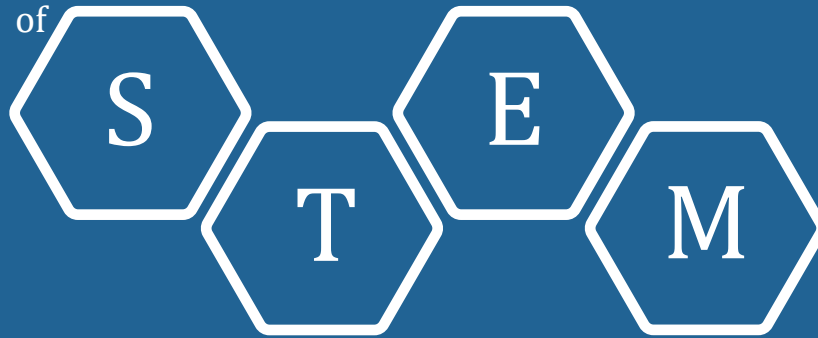


Nordic Journal
of



Education

Artikkelsamling MNT-konferansen | 2025

Kompetanse – mer enn summen av kunnskaper og ferdigheter

At a glance

Foreword	2
Editorial	3
Innholdsfortegnelse	6
Keynotes	10
Postere	14
Presentasjoner	51
Workshops	412

Foreword

The Nordic Journal of STEM Education is proud to present the proceedings from the MNT Conference 2025. The theme for this year's conference was "Competence – more than the sum of knowledge and skills. How should we design educational pathways with a focus on competence?" These proceedings include 60 contributions on education, teaching, and learning in STEM from authors representing 19 different institutions from across Norway and abroad. Contributions - and their associated extended abstracts published in these proceedings - were in either English or a Norwegian language. And we enjoyed hearing about a diversity of teaching-related topics from across the STEM fields, from presenters ranging in experience from bachelor-level students to PhDs, Professors and unit leaders. As both the Conference and our journal are supported by UHR-MNT, we have an obvious connection and a shared mission to better understand, and improve, STEM teaching in Norway and across the Nordics. We are making progress!

We look forward to seeing many of these conference abstracts developed into full articles for submission—in NJSTEME or elsewhere.

Sehoya Cotner, Oddfrid Førland, and the team at NJSTEME

Editorial

MNT-konferansen 2025

Den 5.-6. mai 2025 ble MNT-konferansen arrangert i Trondheim. MNT-konferansen har som formål å fremme kvaliteten og relevansen til MNT-utdanningene gjennom å bidra til forskningsbasert og vitenskapelig tilnærming til undervisning og læring – SoTL (Scholarship of Teaching and Learning). Tema for konferansen i år var «Kompetanse – mer enn summen av kunnskaper og ferdigheter. Hvordan skal vi designe utdanningsløp med fokus på kompetanse?»

Keynotes

Konferansen hadde tre keynotes som alle var relevante for konferansens tema om hva som skal til for å designe utdanningsløp med fokus på kompetanse.

Professor Mikael Enelund, Chalmers, gav en presentasjon av Chalmers TRACKS prosjekt. TRACKS-kurs foreslås av fakultetet eller eksterne interessenter, på tvers av tradisjonelle akademiske disipliner. Studentene i kursene spenner fra bachelor- til doktorgradsnivå, alumner og profesjonelle fra alle ingeniørdisipliner og relaterte felt. Målet er å raskt kunne tilpasse utdanningen for å inkludere banebrytende teknologier, nye materialer og innovative konsepter.

Ruth Graham, Higher Education Consultant, presenterte en internasjonal oversikt over *Advancing Teaching*, et globalt nettverk av over 50 universiteter som arbeider for å informere, støtte og knytte sammen universiteter som er i ferd med å revurdere hvordan de vurderer, støtter og belønner akademikers bidrag til undervisning og læring.

Suzanne Brink, Umeå universitet, presenterte ett rammeverk for smidig læreplanutvikling (curriculum agility). Det fremhever tilpasningsevne i innhold, pedagogikk og organisering, og gjør det mulig for institusjoner å svare proaktivt på endrede behov hos studenter, samfunn og næringsliv gjennom samskaping.

Nytt i 2025

MNT-konferansen har hatt samme format siden 2015, og vi ønsket nå å utvikle konferansen videre og forhåpentligvis gjøre den til en enda bedre møteplass og læringsarena. Erfaringen av det gamle formatet var at kun få bidrag ble videreutviklet til publikasjoner i *Nordic Journal of STEM Education*, og at diskusjoner i sesjonen var begrenset både i tid og omfang. For år ta et nytt grep valgte vi å fornye formatene for innsending av bidrag, review-prosessen, og sesjonene.

I **Call for Papers** etterspurte vi kun et Extended Abstract, på inntil 2000 ord (eksklusive en sammenfatning på inntil 200 ord, referanser og figurtekster). Formatet erstattet innsending av ett abstract på noen 100 ord, som ble utvidet til artikkel for publikasjon i *Proceedings*. Et Extended Abstract omfatter et forskningsspørsmål og en begrunnelse av det, en beskrivelse av metode, en kortfattet oversikt over eventuelle resultater, og noen enkle diskusjonsspørsmål.

Det grunnleggende kriteriet for bidragene var at problemstillingen skulle være relevant og den valgte tilnærmingen av god kvalitet; avgjørende var at bidraget skal kunne bidra til givende diskusjoner. Konferansen hadde to bidragsformater:

1. Presentasjoner av et arbeid i poster- eller presentasjons-format, som dannet grunnlag for diskusjon i sesjonen. Bidragene var utviklingsarbeider som planlegges, som pågår, eller som ble oppsummert. Bidragsyterne ledet aktivisering av sesjonsdeltakere.
2. Workshops med ulike tema som aktiverte deltakerne.

Med disse bidragsformatene ønsket vi å skape en konferanse med mer dialog rundt pågående arbeider, med tid til dypere diskusjoner og innspill til bidragsyterne. Vårt mål var at konferansen skulle tilby en arena hvor bidragsyterne fikk innspill og støtte, gjerne med tanke på videre publisering i *Nordic Journal of STEM Education* (NJSTEME). Dette vil være til nytte både for MNT-miljøet, lokalt utviklingsarbeid og den enkelte underviser.

***Nordic Journal of STEM Education* (NJSTEME)** har samtidig gjennomgått en betydelig utvikling i løpet av året som har gått etter at UHR-MNT besluttet å finansiere en utvidet redaksjon og økte ressurser for drift av tidsskriftet. MNT-konferansen 2025 tilbød derfor en workshop om hvordan man kan bedrive forskning på egen undervisning, og hvordan man kan arbeide for å publisere i NJSTEME. Under konferansen holdt NJSTEME workshopen "Writing for NJSTEME".

Vi flyttet også konferansedatoen fra andre halvdel av mars til **første halvdel av mai**, når undervisningen er over på NTNU og vi kunne invitere til konferanse på campus. Dette gjorde at vi kunne holde kostnadene nede og samtidig være i undervisningsrom som er tilrettelagt for diskusjon og samhandling. Og vi ville styrke nettverksbyggingen gjennom å invitere til mat og mingling rett etter konferanseprogrammet var over første dag.

Reaksjoner og 2027

Fra tilbakemeldinger er det tydelig at økt fokus på aktiv deltakelse og diskusjon ble meget vel mottatt. Vår egen evaluering tilsier at markedsføringen av konferansen kunne vært mer effektiv, og at formatet med extended abstract kunne vært forklart bedre - selv om de aller fleste bidragene fulgte formatet.

Og på konferansens siste dag ble det klart at MNT-Konferansen 2027 kommer å arrangeres av Universitet i Sørøst-Norge (USN).

Programkommittéens leder MNT Konferansen 2025
Reidar Lyng, NTNU

Konferansen ble arrangert av NTNU med støtte fra Universitets- og Høgskolerådet (Nasjonal fagstrategisk enhet for MNT-feltet - UHR-MNT) og Nasjonalt senter for realfagsrekruttering.

Programkomiteen har bestått av:

Reidar Lyng, NTNU

Geir Egil Dahle Øien, NTNU

Linda Helen Godager, NMBU

Magne Olav Sydnes, UiB

Sehoya Cotner, UiB

Guro Rørvik, Nasjonalt senter for realfagsrekruttering

Review- komiteen har bestått av:

Geir Egil Dahle Øien, NTNU

Reidar Lyng, NTNU

Anne Borg, NTNU

Guttorm Sindre, NTNU

Guri Sivertsen Korpås, NTNU

Gabrielle Hansen, NTNU



UHR Universitets-
og høgskolerådet

Nasjonalt senter for
REALFAGSREKRUTTERING

Innholdsfortegnelse

Keynotes

Curriculum Agility: Dealing with continuous change in STEM curricula <i>Brink, S.</i>	11
Redefining education by fostering interdisciplinary skills and dynamic collaboration among students, faculty and external partners <i>Enelund, M.</i>	12
Rewarding and supporting university teaching in academic careers <i>Graham, R.</i>	13

Postere

Using iPhone borne LiDAR to quickly generate 3D models of geology <i>Anjar, Aarnes, Gjermundsen, Goodship, Guttormsen, Lund & Svendsen</i>	15
Co-create your own adventure <i>Daae & Glessmer</i>	16
Spre det glade budskap: Teambasert læring funker for både studenter, lærere og elever i naturfag <i>Eidesen, Langset, Morønning, Haug & Tsigardias</i>	23
Tenkende klasserom i biologikollokvier i høyere utdanning <i>Steen & Eidesen</i>	31
Co-creating course projects in introductory meteorology and oceanography: Enhancing and building motivation through group supervision and collaboration with former students <i>Strehl & Daae</i>	38
Casebasert læring i emnet MATV3004 <i>Veenema, Wahlgren & Langfoss</i>	44

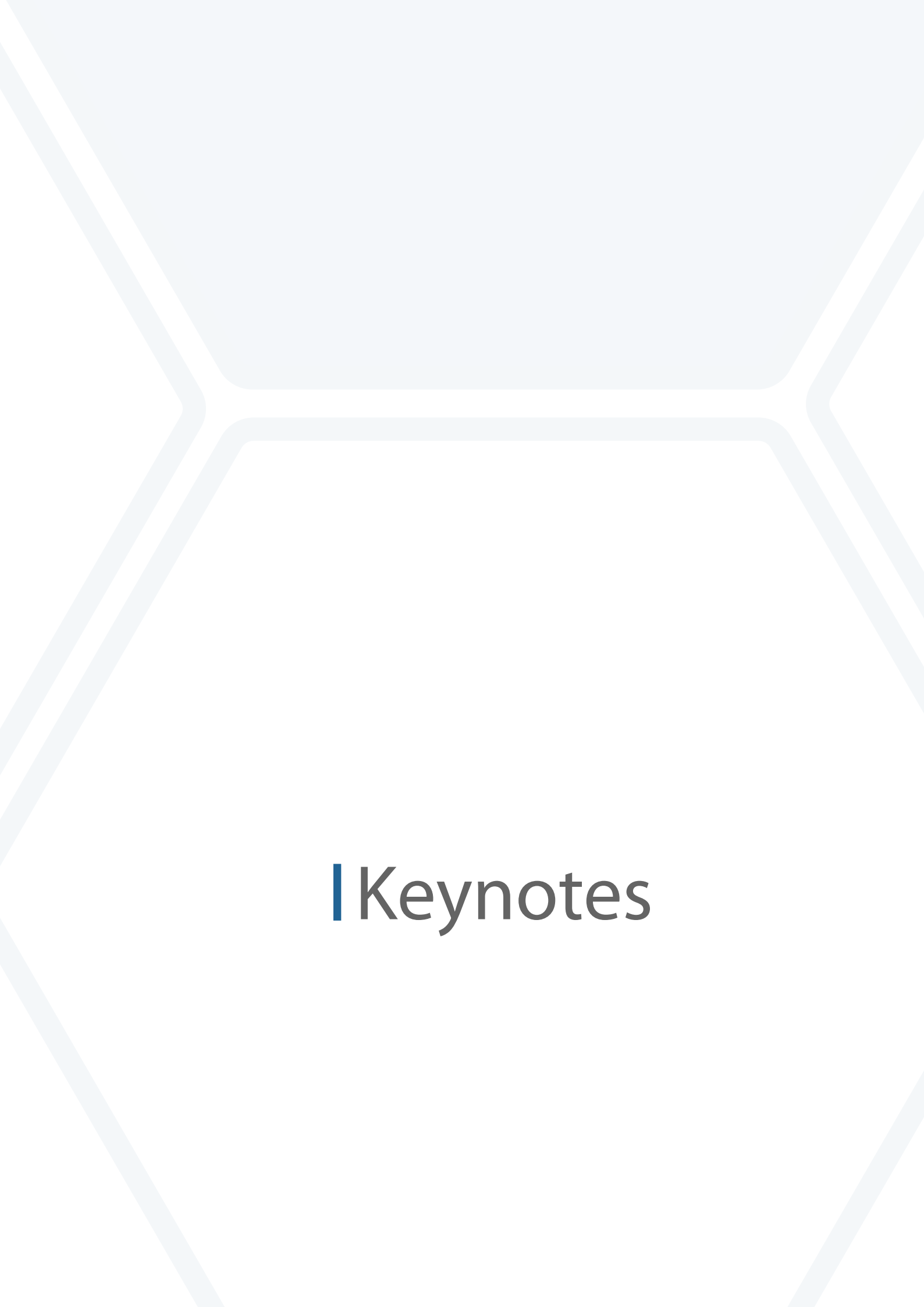
Presentasjoner

«[Så] nærme det kommer sannhet»: Hva vitenskapelig betyr for studenter <i>Aakre</i>	52
Hvilke normer gjelder? Skandinaviske fysikkstudenters følelse av å passe inn <i>Andersen, Larsson & Johansson</i>	61
Using 3D models to increase students' engagement in geoscience teaching <i>Anjar, Falck, Gjermundsen, Goodship, Guttormsen & Kristensen</i>	67
Muntlig eksamen i organisk kjemi – en tidseffektiv vurderingsform? <i>Beerepoot, Bayer, Hansen, Kosonen & Haugland-Grange</i>	73
Hvorfor deltar ikke studentene på gruppeundervisning? <i>Berg & Mirmotahari</i>	79
Integrating Student-Led Tutorials and Active-Learning in Large Basic-Knowledge Courses <i>Bergna-Diaz, Mauseth & Lyng</i>	86

The Making of a Mathematician: Comparing Mathematics Identities in the United States and Norway <i>Bolick, Lazar & Voigt</i>	93
Beyond the Classroom: Exploring Global Competence Development in a US-Norway STEM Exchange Program <i>Bolick, Headley, Lazar, Gjesteland & Voigt</i>	100
Mestring, verdier og kostnader: Profiler av fysikkstudenter ved skandinaviske universiteter <i>Bungum, Bøe & Kahrs</i>	108
Hvorfor karakterer ikke gir mening <i>Eggen</i>	115
Praksis i teknologi-studier <i>Furuhaug & Lyng</i>	122
Teaching in STEM: Pedagogisk opplæring av ph.d studenter <i>Gregers & Haynes</i>	130
Numeriske metoder og fysikk-undervisning: Erfaringer fra en pilot ved UiB <i>Hagane, Winther, Alme, Gjerde & Marisaldi</i>	137
Fostering T-Shaped Competencies through Project-Based Learning: Addressing Challenges and Exploring Solutions <i>Hasan & Bolstad</i>	149
Key factors for determining suitable learning partners: Improving current practices of student grouping <i>Haugen, Haugen & Mirmotahari</i>	157
Campusstudentene fikk valget mellom temabaserte småvideoer og dialogbaserte fysiske forelesninger, hva valgte de og hvorfor? <i>Henriksen & Rensaa</i>	166
Spillifisering for kompetanseutvikling <i>Hillesund & Mirmotahari</i>	174
How to ensure swift and inclusive energy transitions with young people across Norway: Searching for a proper approach <i>Javed, Fossheim, Velasco-Heerejón, Koop, Guzik, Samuelson, Seibt & Zeyringer</i>	181
Eksamen som læringsarena <i>Johansen, Kahrs & Korpås</i>	189
Erfaringer med programmering i fysikk etter LK20 <i>Johnsen</i>	196
Sustainability in Practice: Developing Engaging Teaching Cases <i>Karlsen & Nevstad</i>	205
A Quantitative T-Shaping Method for Planning and Measuring Learning Outcomes in Interdisciplinary Engineering Courses <i>Khan & Muhtaroglu</i>	211

Entry points to integrating sustainability in education <i>Krogstie</i>	229
“Why don’t my students come to class?” <i>Lundmark, Bakken, Anell, Augland, Conrad, Dunkel, Rodriguez-Blanco, Lilleøren-Staalesen, Svensen & Treichler</i>	236
KI i høyere utdanning: Akademisk integritet og læringsutbytte blant førstesemesters studenter <i>Mahmood & Mirmotahari</i>	243
Miljøparadokset i kunstig intelligens: En balansegang mellom teknologisk fremskritt og bærekraft <i>Mirmotahari, Gasparini, van der Velden, Røyne & Komissarova</i>	250
Utvikling av en kontekstuell og kunnskapsbasert modell for læringsdesign <i>Møgelvang & Isaksen</i>	255
PraiseYou: Selvevaluering som del av eksamen <i>Osen, Bye & Ulstein</i>	263
Samarbeidslæring i kjemilaboratorieundervisningen for økt læring <i>Pavlovic, Waskaas, Grung, Møgelvang, Seland, Cotner & Jordheim</i>	272
Studenter med fortid, nåtid og framtid <i>Reenaas</i>	280
Enhancing Academic Staff Skills in Applied Programming: An Interdisciplinary Approach to Empowerment and Pedagogical Innovation <i>Rouhani, Lyng & Olsø</i>	287
Engineering Students Learning Mathematics in Context <i>Rønning</i>	294
Tverrfaglig kompetanse og bærekraftskompetanse: hvordan fremme integrasjon i prosjektarbeid? <i>Røyne, Simion, Nyheim & Haynes</i>	301
Student perceptions of instructor mindset in introductory mathematics <i>Saltskår & Cotner</i>	307
Kartlegging av humane ferdigheter i ingeniørutdanning <i>Sandal, Elden, Osen, Frantsen & Bye</i>	318
A cognitive approach to team-based learning in basic chemistry <i>Seland</i>	327
Meistringslæring i MNT-fag: Kompetanse på ulike plan <i>Sindre, Hansen, Korpås & Vassbakk</i>	333
Praktisk øving laget av student eller underviser: studenters refleksjoner over effekt på læring <i>Sitter & Stalsberg</i>	342
Facilitating student preparation and learning in chemistry courses with a virtual laboratory guide <i>Soulé, Jordheim, Seland, Grung & Myklebust</i>	348

Utvikling av samarbeidskompetanse og vurderingskompetanse gjennom et industrirelatert prosjekt <i>Stuen, Aakre, Kleveland & Østby</i>	353
Who benefits from an exam retake option? A case study in Norwegian STEM higher education on test anxiety and performance <i>Thormodsæter, Gjesteland, Gya & Cotner</i>	360
Formative Course Evaluation Through Continuous Student Feedback <i>Tungland, Ruud, Blumenschein & Keers</i>	369
Bruk av studieprogramdesignmatrise for utvikling av parallelle studieprogram med felles elementer <i>Wahlström & Kjelsberg</i>	376
Improving students' programming skills through Collaborative Scientific Python <i>Weihs & Lid</i>	383
Investigation into Barriers and Enablers of Alternative Assessment in Higher Education STEM programmes <i>Woodford & Lobert</i>	391
Workshops	
A generic student peer assessment concept <i>Andersson & Axelsson</i>	413
From practice to publication: Writing for the Nordic Journal of STEM Education <i>Cotner & Førland</i>	418
Undervisning som engasjerer: Hva får studenter til å møte opp? <i>Davies, Hoff, Kirkvold, Kvamme, Nordbø, Andersen & Rolstad</i>	423
Praksis i disiplin og tverrfaglige studieprogram: Hva, hvorfor og hvordan? <i>Holtermann, Soulé, Cotner, Sundset, Finstad, Lien, van der Meeren, Velle & Sandvoll</i>	427
Undervisning og læring i ulike arealer: Muligheter og begrensinger <i>Korpås & Andersen</i>	433
Is there space for critical thinking competence in STEM education in the age of generative AI? <i>Mikalsen, Hussain & Stoica</i>	437
Students personvern: En diskusjon om etisk bruk av studentdata i forskning <i>Irgens, Opheim, Huru, Møllersen & Gjesteland</i>	443
Lære med kunstig intelligens <i>Skogvoll & Odden</i>	449
Datainnsamling med micro:bit: En vei til praktiske oppgaver i arbeidskrav <i>Stormo & Romijn</i>	454



| Keynotes

Keynote

Curriculum Agility: Dealing with continuous change in STEM curricula

Suzanne Brink, *Umeå University*

The focus on student-centred teaching, progression, cross disciplinary coherence, pedagogic innovation, and inclusive support for student well-being in programme design opens many ways to reimagine and improve higher education STEM curricula. At the same time, societal, technological and professional shifts necessitate future-proofing changes as well. The broader the scope of intended curriculum innovation at programme level, the more stakeholders, systems, and organisational layers become involved. Continuously dealing with these dynamics is a complex, non-linear process, for all educators involved. How can curriculum changes be embedded and sustained over time, especially when new priorities continue to emerge?

The concept of Curriculum Agility offers a comprehensive framework for mapping and navigating this complexity. It accentuates adaptability in content, pedagogy and organisation, enabling institutions to respond proactively to evolving student, societal, and industry needs in co-creation. This keynote explores Curriculum Agility and its principles—and invites participants to reflect on the possibilities, challenges seen from their own context, and real-world examples of this designerly approach.

Keynote

Redefining education by fostering interdisciplinary skills and dynamic collaboration among students, faculty and external partners

Mikael Enelund, *Chalmers University of Technology*

Courses in engineering and architecture are usually organised by discipline: general mechanical engineering, chemical engineering and so on. Advanced subject knowledge is essential for qualitative engineering work, but engineers also need to develop interdisciplinary skills as a broader approach to systems thinking is required to solve the challenges of the future. [Chalmers Tracks](#) courses are proposed by faculty or external stakeholders, and transcend traditional academic boundaries. The students in the courses come from BSc to PhD levels, alumni, and professionals from all disciplines of engineering and related fields. Tracks aims to swiftly adapt education to incorporate cutting-edge technologies, emerging materials, and innovative concepts. It is financed by the Chalmers Foundation and was started formally on February 18, 2019. It is one of the biggest investments in education that has been made in the 190-year history of Chalmers.

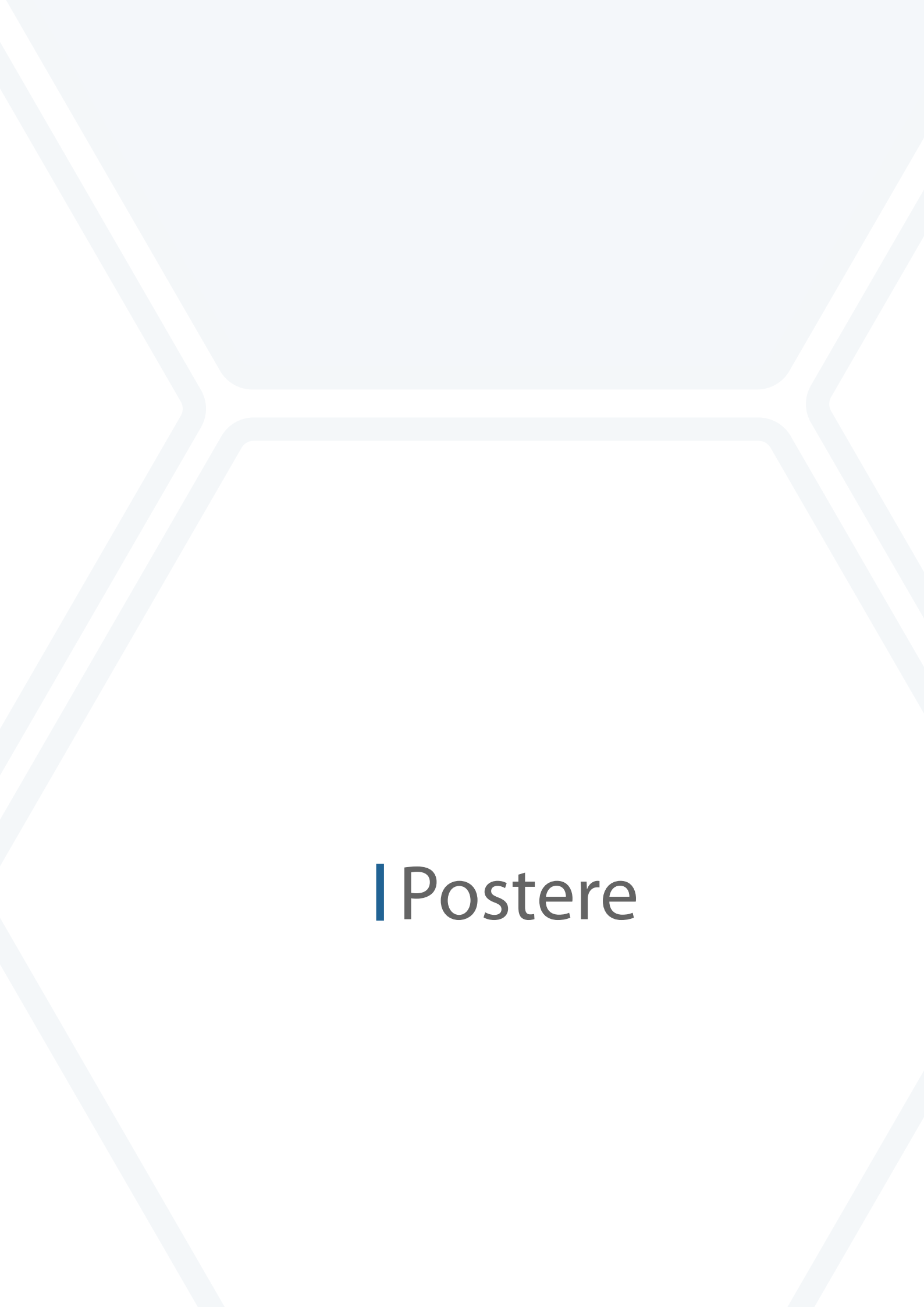
Keynote

Rewarding and supporting university teaching in academic careers

Ruth Graham, *R.H. Graham Consultancy in Higher Education*

Recent decades have seen growing calls for root-and-branch reform of the systems that underpin academic career advancement in universities worldwide. Specific concerns have often been raised about the marginalisation of academics' impact in teaching and learning during appointment and promotion processes. However, a remarkable shift is underway, as universities worldwide rethink how they evaluate, support and reward academics' contribution to teaching and learning. Engineering and technology institutions appear to be playing a major role in driving this change.

The talk will chart the progress by the Advancing Teaching, a global network of over 50 universities devoted to informing, supporting and connecting universities with this shared mission for systemic change. In particular, it will highlight a recent study to map best practice worldwide in the evaluation, support and reward of university teaching (<https://www.advancingteaching.com/mapping/>).



| Postere

Poster

Using iPhone borne LiDAR to quickly generate 3D models of geology

Johanna Anjar¹, Tom Aage Aarnes¹, Endre Før Gjermundsen²,
Alastair C. Goodship¹, Julie Guttormsen³, Vegard Lund⁴ and
Sunniva Pauline Due Svendsen¹

¹ Department of Natural Sciences and Environmental Health, University of South-Eastern Norway, Norway

² Department of Economics and IT, University of South-Eastern Norway, Norway

³ Department of Mathematics and Science Education, University of South-Eastern Norway, Norway

⁴ Gea Norvegica Geopark, Norway

Summary: Geoscience education has recently seen a significant rise in the use of virtual 3D models and complete virtual excursions. Traditionally, creating these 3D models has been a time-consuming and costly endeavour, often requiring advanced technology. However, the integration of LiDAR sensors in the latest iPhone and iPad PRO models, along with the development of apps like Scaniverse that utilize these sensors, has significantly streamlined the process, making it faster and more accessible.

We evaluated the capabilities of these new sensors by developing a virtual excursion to Rognstranda, a renowned geological site in southern Telemark. By combining 3D models, panoramas, and 2D photographs, we were able to create an effective virtual excursion using relatively simple methods. Our experiments demonstrated that these 3D models work best for medium-sized features, ranging from a few decimetres to a few meters, with simple geometries, such as small outcrops or sediment sections. The simplicity of the process also makes it feasible for students to use for field documentation.

Key words:

3D, virtual, geology, Scaniverse

Poster

Co-create your own adventure

Kjersti Daae¹ og Mirjam S. Glessmer^{1,2}

¹Geophysical Institute, University of Bergen, Norway and iEarth Center for Excellence in Education (SFU)

² Centre for Engineering Education, Lund University, Sweden

Sammendrag: We have run a 3-year project financed by the Norwegian Directorate for Higher Education and Skills, HK-dir, under the program for student active learning, on implementing student-staff collaborations to co-create learning at the Geophysical Institute, University of Bergen. Throughout the project, we have explored and learned new ways of implementing co-creation at multiple levels within a course. Here, we invite you to join our co-creation journey guided by the Mountain Code. We share ideas on how you can plan and carry out the journey together with the students.

Nøkkelord:

Co-creation, student-staff partnership, mountain code

Co-creation occurs "when staff and students work collaboratively with one another to create components of curricula and/or pedagogical approaches" (Bovill et al., 2016)

But what exactly does this mean? What components or approaches can we co-create, and what does co-creation look like within a higher education classroom? Although we have literally co-created fieldwork journeys with students (Daae et al., 2025), we will here welcome you to join us on a metaphoric co-creation journey through the landscape of opportunities guided by the Norwegian mountain code (Røde Kors, ND). The mountain code (dating back to 1952) is well-known in Norway; kids learn it early, and it is even printed on the wrapping of the popular hiking chocolate, *Kvikk Lunsj*!

Please consider the following rules to enjoy the co-creation adventure while ensuring you and your company stay safe.

1 Plan your trip and inform others about the route you have selected

Planning your journey of a higher education course means defining the course's destination – the Intended Learning Outcomes (ILOs). As a teacher, you have the choice plan the destination alone, based on your experience and the guidelines from the study program board, or you can open up for combining a set of fixed ILOs with a list of, e.g., five optional ILOs where students select one or two, or leave one entirely open for students to choose themselves.

In addition to mapping out the destination, the teacher must plan and select the route or path they will follow to get there. The specific route entails the pedagogical approach, learning activities, and important checkpoints such as completed tasks or due dates for student hand-ins. Will your students be riding the bus of traditional lectures, or can they be actively engaged by walking the path of flipped classrooms or riding on a self-build vehicle, designing their own projects, towards the next checkpoint? And how could you involve students in planning the route? Could you invite students to choose some of the learning activities or even let them design one or two themselves?

Consider how many checkpoints your students require to reach the goal and where the checkpoints should be located. Are the checkpoints easy to reach and well-defined early in the course, or do the students risk falling into a bog of work overload from a piling-up of work in concurrent courses? Did students know about the checkpoints early enough, or is there a risk that they walk down too far on a tempting path of exploration to find their way to the next checkpoint in time?

Informing others about the selected route could mean discussing the course goal and content and the selected route with teachers giving courses for the same students that semester, as well as before and after. Together, you can adjust your journeys to avoid a simultaneous piling-up of workloads from multiple courses. You can also invite students to help set the deadlines and avoid workload conflicts. Knowing what the students are doing in other courses will also help you make references to or adapt your examples to the knowledge and skills they learn in other courses.

2 Adapt the planned routes according to ability and conditions

Before we can adapt the route, we must learn who our travel companions are and what needs they may have. How can we make sure that we include all students and give all of them a chance to reach their destination? Can you make the learning material more inclusive by, e.g., using shorter sentences in assignment instructions, using colorblind-friendly color schemes, being clear about required prior knowledge, or offering students to hand in voice recordings instead of written reports?

To get to know your students, ask them early on if they think the teacher should know anything about them to help them learn. Are there any students who are lacking the relevant background skills and competencies? Are there planned absences or schedule conflicts that will make it difficult to follow your idea of how the course should play out? It may feel unsafe for students to talk about their challenges early in the course or in front of a whole class. Providing multiple channels for students to respond to such questions safely and anonymously, for example, leaving a note in the teacher's mailbox, writing in an anonymous online forum, communicating through the study administration, or inviting them to come see you in your office could help them build trust or share their concerns.

3 Pay attention to the weather and the avalanche warnings

Paying attention to the weather in a classroom could mean regularly checking in with the students and asking how they are doing. Are we, for example, moving too fast, or is anything outside the course taking up the student's time and energy, like the geopolitical landscape or personal experiences? Teachers could ask and listen to the students directly to build trust (Glessmer, Persson & Forsyth, 2024) or use more anonymous feedback methods such as 1-minute papers, continue-start-stop notes, anonymous online discussion forums, talking to student representatives, or mid-term surveys like Teaching Analysis Polls (Kordts et al., 2025). From the feedback you receive, you can decide to adjust deadlines, spend more time on important topics that students struggle with, provide additional material, or allow students to choose different paths toward the next checkpoint.

4 Be prepared for bad weather and frost, even on short trips

Preparing for bad weather could mean that teachers familiarize themselves with typical misconceptions that prevent students from building new knowledge onto existing knowledge. If the teacher knows the down pits and unsheltered parts of the route, they can prepare resources and learning activities to help students in their sensemaking process or build a bridge that connects one piece of the trail with the next (Daae, Semper, Glessmer, 2024). Keeping an open line of communication with students to help them with their current struggles and letting them ask "no such thing as stupid" questions may

help them stay on track. The teacher can also avoid having a too strict schedule and let students find a shelter to stay warm and dry while a storm of conflicting workloads passes.

Being prepared for bad weather can also mean establishing the space, time, norms, and trust to have difficult conversations before the situation arises where those need to be had (Venet, 2024).

5 Bring the necessary equipment so you can help yourself and others.

Some people like carrying books to read by the campfire, while others would like to listen to podcasts while hiking. Teachers typically recommend what students should bring along for the journey, i.e., what they should master and how they can prepare. But you are never guaranteed that students understand the importance of all items and bring them along.

Sometimes, students literally forget to bring raincoats to fieldwork journeys and become wet and cold, which is not ideal for learning. Could you bring some extra clothes to help them stay dry and warm? And could you offer resources like a metaphoric raincoat and sweater to keep students warm and dry on the metaphoric journey? A targeted, easy-to-understand compendium could be helpful.

Students could also get lost in a wetland full of stinging programming bugs, losing self-confidence and motivation to continue. Could you provide a guiding star (e.g., programming resources or tips on using Large Language Models) to safely navigate the buggy wetlands and enjoy the next leg of the trip? You may also consider trying out an activity bingo as a playful approach to a hidden curriculum packing list (Glessmer et al., 2023).

6 Choose safe routes. Recognize avalanche terrain and unsafe ice

Co-creating teaching and learning for a higher education course does not mean everything has to be up for debate. Offering students the opportunity to express their opinions and take responsibility for their learning is always good and builds positive relationships (Bovill, 2020). However, the teacher is the one who knows the route, the final destination, and which trails are not necessarily wise to follow. It may be fun to raft down the river instead of walking, but the river may have dangerous rapids, and if you choose to raft, you should know where to get out and carry the raft. There are dozens of ways to adapt any given method to your context and purpose that can be explored (Glessmer, Bovill, Daae, 2024). Ultimately, the teacher is responsible for explaining and defending a chosen route to the students, the study program board, and department leadership, so it might be necessary to prescribe some parts of the route to ensure everybody's safe arrival at the destination.

7 Use a map and a compass. Always know where you are.

When you plan the course, you sketch out the map and set the route you will follow. However, the map's resolution may not be sufficient to spot all steep parts of the path in advance. We may, therefore, need to move in the general direction of our goal and figure out the details along the way. When we first wrote about co-creation (Glessmer & Daae, 2021), we described integrating co-creation as tagging on independent short trips onto whatever journey a teacher was on. Now, we are considering much longer timescales and are negotiating with all our travel companions: students, technicians, admin, and others!

You will need a compass to orient and compare the map with the true landscape. Checking in on students regularly (as described under rule 3) gives you a compass to ensure they are on track and/or can follow the pace. A less obvious way to check in is to continuously encourage working in ways that enable sensemaking, confirm students' progress, and provide formative feedback (Daae and Glessmer, 2022).

8 Don't be ashamed to turn around

Sometimes, things don't work according to plans or intentions. Don't be afraid of turning around and/or skipping some parts of the travel. Perhaps there is a safer route you can take or wait out bad weather in a shelter along the way. And sometimes plans change along the way, which is ok, too! Perhaps the students make you aware of conditions that force you on a detour to, for example, pick up necessary concepts from previous courses.

9 Conserve your energy and seek shelter if necessary

Sometimes, the route is long and windy. How can you help your students conserve energy? Could you offer them a bus ride or a bicycle for parts of the journey? Consider the total workload of the course and adjust compulsory activities and expectations of student hand-ins if necessary. Could you make video recordings of lectures to allow students to watch at their own pace when they have time? Or could you provide material students can go through independently if they miss an active learning session?

Even with the means of transportation all sorted, there are still many ways that students can choose to travel together (collaborate) to save energy. On the lecture bus, they can do think-pair-shares, and on the skiing project, they might stick closely together or meet up at the bottom of the slope to check in on each other. Bringing together students from different cohorts can also be a great idea to learn from and with each other to conserve energy and build on each other's knowledge (Daae et al., 2023; Strehl and Daae, 2025).

And sometimes, a little treat, like a good anecdote or comments to relevant news stories, before a steep uphill can motivate the students to start the climb.

10 Take chances – what if it works?

Rule 10 is not part of the official mountain code, and we will not be held responsible for anyone following this rule in a real mountain hike. This rule was made by one of the author's grandfathers, who was an adventurer and who thought any list of rules should contain 10 rules. We believe this unofficial rule number 10 works well for our co-creation journey. Sometimes, you must take chances and dare to try something new to learn new ways of making the journey engaging for both the students and yourself. During our project, we tried many new things that we were not sure would work or that we initially thought we might not be allowed to do. One example is letting students vote for the weighting of different assessment elements toward the final grade. The students could vote for the final exam, counting between 50% and 90%, with the remaining weight distributed equally between two reports. The students were positive about discussing the assessment weighting and appreciated having a say in the decision.

Looking back, looking forward

Looking back at our journey, there are various ways of assessing whether and how well we reached the goal as a group or as individual students. How much did the students learn, and how could they demonstrate their learning? And is reaching the goal the only measure that matters? Courses that base their assessment on final exams only check where or how far the students reach, not what they experienced along the way. Implementing various partial assessments, where students could, e.g., help decide the weighting of the assessment elements, could increase the student motivation for multiple pieces of their travel and encourage them to enjoy both a view towards the horizon and closely observing a little bug on a blade of grass, and shift the focus away from just checking how far they reach.

Everybody loves telling the story of their adventures. Sometimes, snowstorms get deeper over time, or mountains less steep. We tell our story to inspire you to start your co-creation adventure - but do not follow our map blindly. We might have forgotten about the bogs of skeptical peers or the maze of administration. The legal avalanches might have gone off and taken the forest of choice with them. But it is an adventure worth starting, so have a nice trip!

Takk for turen!

We would like to thank students and teacher-peers for traveling with us. The project is funded by the Norwegian Directorate for Higher Education and Skills (HK-dir) under the program for student active learning, DIKU - AKTIV 2021/10219.

Referanser

- Bovill, C., Cook-Sather, A., Felten, P., Millard, L., & Moore-Cherry, N. (2016). Addressing potential challenges in co-creating learning and teaching: Overcoming resistance, navigating institutional norms and ensuring inclusivity in student-staff partnerships. *Higher Education*, 71, 195-208.
- Bovill, C. (2020), *Co-creating Learning and Teaching: Towards Relational Pedagogy in Higher Education*. Critical Publishing, 96 pp, ISBN : 9781913063818
- Daae, K., Steen-Larsen, H.C., and Glessmer, M. S. (2025). Students taking ownership in a jigsaw approach to fieldwork. In press for the book: *Teaching Fieldwork in Geography, Earth and Environmental Sciences*, by editors D. France, L. Batty and D. Swanton, Edward Elgar Publishing}
- Daae, K., Semper, S., and Glessmer, M.S. (2024). Supporting sensemaking by introducing a connecting thread throughout a course. *Oceanography* 37(4), <https://doi.org/10.5670/oceanog.2024.604>
- Daae, K., Årvik, A.D., Darelus, E., and Glessmer, M.S. (2023). Student guides: supporting learning from laboratory experiments through across-course collaboration. *Nordic Journal of STEM Education*, 7(1): 98-105. <https://doi.org/10.5324/njsteme.v7i1.5093>
- Daae, K., and Glessmer, M.S. (2022). Collaborative sketching to support sensemaking: If you can sketch it, you can explain it. *Oceanography*, 35(2), <https://doi.org/10.5670/oceanog.2022.208>.
- Glessmer, M. S., Persson, P., & Forsyth, R. (2024). Engineering students trust teachers who ask, listen, and respond. *International Journal for Academic Development*, 1–14. doi.org/10.1080/1360144X.2024.2438224
- Glessmer, M.S., Bovill, C., and Daae, K. (2024). Adapting a teaching method to fit purpose and context. *Oceanography*, <https://doi.org/10.5670/oceanog.2024.603>.
- Glessmer, M.S., Latuta, L., Saltalamacchia, F. and Daae, K. (2023). Activity bingo: Nudging students to make the most out of fieldwork. *Oceanography*, <https://doi.org/10.5670/oceanog.2023.217>.
- Glessmer, M.S., and Daae, K. (2021). Co-creating learning in oceanography. *Oceanography* 34(4), <https://doi.org/10.5670/oceanog.2021.405>.
- Kordts, R., de Vareilles, M., Daae, K., Gandrud, E., Årvik, A. D., and Glessmer, M. S. (2025). Teaching Analysis Poll (TAP) for Student Feedback. *Oceanography* (in print)
- Røde Kors, The Norwegian Mountain Code (2016), https://www.rodekors.no/globalassets/_vart-arbeid/beredskap/fjellvett/fjellvettreglene_engelsk.pdf (accessed 15.2.2025)
- Strehl, A.M., and Daae, K., (2025), Co-creating course projects in introductory Meteorology and Oceanography – enhancing/building motivation through group supervision and collaboration with former students, Proceeding submitted to the MNT conference 2025
- Venet, A. S. (2024). *Becoming an Everyday Changemaker: Healing and Justice at School*. Taylor & Francis.

Poster

Spre det glade budskap - teambasert læring funker for både studenter, lærere og elever i naturfag

Pernille Bronken Eidesen¹, Hanna Kristine Langset¹, Marthe Morønning¹, Berit Haug² og Kristin Glørstad Tsigaridas¹

¹ Institutt for biovitenskap, Universitetet i Oslo, Norge

² Naturfagsenteret, Universitetet i Oslo, Norge

Sammendrag: Teambasert læring (TBL) er en gruppebasert undervisningsmetode som fremmer aktiv læring, samarbeid og problemløsning. TBL er utviklet innen høyere utdanning, og foreløpig lite brukt i skolesammenheng. En europeisk studie bekreftet nylig overførbarheten av TBL til ungdomsskole/videregående nivå, og fremhevet blant annet økt elevengasjement, læringsutbytte og samarbeidsevner, men fant også at det kunne være krevende for lærerne å legge om undervisningen. Vi mener at TBL har et uutnyttet potensial i lærerutdanning og norsk skole, og ønsket å tilrettelegge for uttesting og implementering av TBL i skolen. Vi benyttet TBL i egen videreutdanning for å fremme overførbarhet til egen lærerpraksis, og innhentet deres erfaringer. For å lette implementering av TBL i skolen, utviklet vi TBL-ressurser tilpasset tre tema innenfor naturfag i videregående skole, og innhentet erfaringer fra fem lærere/skoleklasser gjennom spørreskjema og intervjuer. Funnene indikerte at modellering av TBL fremmer overførbarhet til egen praksis, og at TBL gir elever bedre diskusjonsmuligheter, økt engasjement og læring. Lærerne rapporterte at metoden effektivt avdekker elevenes kunnskapshull og gir verdifull innsikt i deres faglige utfordringer. Selv om overgangen til TBL kan være krevende, viser forskning at gevinsten ofte oppveier innsatsen. For å gjøre det enklere å prøve TBL, anbefales deling av erfaringer, ressurser og suksesshistorier.

Nøkkelord:

diskusjon, lærerutdanning, samarbeid, studentaktiv læring, Team-basert læring

1 Bakgrunn og målsetning

Teambasert læring (TBL; Boks 1) er en gruppebasert undervisningsmetode som aktiverer studenter i egen læring (McInerney & Fink, 2003; Parmelee et al., 2012; Swanson et al., 2019), med tydelig forankring i konstruktivistiske læringsteorier (Hrynychak & Batty, 2012). Undervisningsformen er utviklet spesielt med tanke på å motivere studenter til å forberede seg på forhånd, aktivisere i klasserommet, fremme samarbeid, argumentasjon og diskusjon mellom studentene, samt fremme sammenstilling av ulik informasjon for problemløsning (McInerney & Fink, 2003; Parmelee et al., 2012). TBL ble opprinnelig utviklet på universitetsnivå og er mye brukt i profesjonsutdanninger som medisin og helsefag hvor problembasert læring har vært sentralt (Burgess et al., 2014; Reimschisel et al., 2017; Sterpu et al., 2024). Et nylig avsluttet prosjekt tilpasset og testet TBL i ungdomsskole/videregående skole i ulike fag og i ulike land (Storbritannia, Irland og Spania) (Darby et al., 2023). Prosjektet konkluderte med at TBL som metode kunne overføres til en skolesetting med minimale tilpasninger, og i stor grad viste de samme positive effektene som i høyere utdanning (Darby et al., 2023). Elevene rapporterte om økt engasjement, læringsutbytte, dypere faglig forståelse, høyere selvtillit, bedre samarbeidsevner, og økt kompetanse innen kritisk tenkning, kommunikasjon og problemløsning. Lærerne, som i denne studien fikk opplæring og støtte til å legge om til TBL undervisning, opplevde blant annet profesjonsutvikling og større tilfredshet på jobb (Darby et al., 2023).

I Norge er TBL en veletablert undervisningsmetode i høyere utdanning innen helsefag, og har de senere årene også spredt seg til andre fagfelt som biologi (Bjune et al., 2023; Eidesen & Dahl, 2017; Jeno et al., 2017). TBL har vært mindre brukt i skolen, men er utvilsomt en metode som passer godt til norske læreplaner, og som enkelt kan favne både fagspesifikke kompetansemål og mer grunnleggende ferdigheter og generell kompetanse. Men til tross for veldokumenterte effekter, benyttes TBL (så vidt vi kjenner til) i liten grad innen norsk lærerutdanning eller i skolen. Det er nok flere årsaker til dette. For det første har det vært lite uttesting og dokumentasjon av TBL i skolen generelt (Darby et al., 2023). For det andre regnes det som ressurskrevende å legge om til TBL undervisning. Selv om TBL senere gir avkastning i både mindre arbeid og økt læring, er det krevende for mange å komme over terskelen (Bjune et al., 2023; Darby et al., 2023). For å utnytte potensialet som ligger i TBL i skolesammenheng, må TBL inkluderes i opplæring av fremtidige videregående lærere, samt at det må utvikles flere TBL-ressurser tilpasset ungdomsskole/videregående skole (Darby et al., 2023). Med dette som bakteppe utviklet vi følgende tiltak for å formidle og tilpasse TBL til naturfagundervisning i videregående skole, samt evaluere om tiltakene fungerte etter hensikten.

1. Innføre team-basert læring i egen undervisning av lærere.
2. Utvikle undervisningsopplegg for TBL i naturfag
3. Teste TBL-opplegg og innhente erfaringer fra elever og lærere
4. Dele TBL-opplegg som fungerer med andre

Boks 1. Hva er teambasert læring - TBL

TBL (Team-Based Learning) består av tre faser: 1) Forberedelse, 2) Kunnskapstesting med «klar til å lære»-tester, utført individuelt og i team, 3) Anvendelse av kunnskap gjennom problemløsning i team. TBL har gjerne blitt beskrevet med flere trinn enn vi presenterer her (Parmelee et al., 2012), men studier viser at selv med tilpasninger oppnår man gode resultater (Sibley & Ostafichuk, 2014; Sterpu et al., 2024).

Vår anvendelse av TBL er som følger:

- 2 Forberedelse: Studenter må lese en tekst eller forberede seg via andre metoder (for eksempel videoforelesning, podcast).
- 3 «Klar-for-å-lære»-tester: Flervalgsoppgaver. Dekker sentrale begreper fra forberedelsesmaterialet. Testene tas individuelt (iRAT – individual readiness assurance test), deretter løses de samme oppgavene i team (tRAT - team readiness assurance test). Teamene diskuterer for å oppnå enighet. Her brukes gjerne spesiallagde skrapelodd som fremmer diskusjonen i gruppa, og som gir tilbakemelding på hva som er rett svar (Slike lodd kan man også lage selv ved å skrive ut et utfyllt avkrysningsskjema, laminere, og lage skrapefelt ved hjelp av «roll-on» korrekturlakk). Underviser deltar ved å fasilitere diskusjoner i gruppene. Hvis gruppa skrapper feil første gangen, taper man poeng, men kan fremdeles oppnå poeng ved å skrape riktig neste gang. Umiddelbar respons er viktig for metoden. Underviser leder deretter en gruppebasert diskusjon og gjennomgang av riktige svar. Problematiske temaer utdypes om nødvendig gjennom «miniforelesninger». (Vurderingen kombinerer individuelle og team-poeng.
- 4 Problemløsning i team: Gruppene løser et mer komplekst problem som bygger på kunnskapen de nå har. Gjerne en reell problemstilling, med fire svaralternativer. Svar avgis samtidig. Gjerne ikke gitt at kun ett svaralternativ riktig. Til slutt må gruppene begrunne sitt valg av svaralternativ.

2 Metode og foreløpige resultater

2.1 Tilpasning og uttesting av TBL for videreutdanning for lærere

Vi tilbyr videreutdanning i naturfag for lærere (60 studiepoeng fordelt på fire emner). I et av disse emnene utviklet vi seks ulike TBL-økter: to avholdt fysisk (og fire kortere økter (færre spørsmål) tilpasset digitalt format. Øktene inkluderte forberedelsesmateriale, flervalgsoppgaver og case-studier innen bioteknologi, evolusjon, fylogeni, miljøgifter, økologi og biologisk mangfold. Den siste deleksamenen i dette emne besto av et refleksjonsnotat der studentene ble bedt om å reflektere over de ulike vurderingselementene de hadde gjennomgått i emnet, inkludert TBL. Fem av sju studenter ga sitt samtykke til at deres notat kunne inngå i forskningsarbeid. Vi gjennomgikk refleksjonsnotatene og identifiserte utsagn relatert til om TBL var kjent for

studentene fra før, studentenes opplevelse av TBL, og hvorvidt de vurderte å bruke TBL i egen undervisning.

Fra refleksjonsnotatene kom det frem at ingen av studentene kjente metoden fra før. Alle omtalt metoden i positive ordlag, men fremhevet ulike elementer, som økt forberedelse, tilrettelegge for jevnt arbeid, repetisjon, og mulighet for diskusjon. Fire av fem skriver direkte at de vil (eller allerede har) testet metoden med egne elever.

«TBL ble for meg en totalt ny opplevelse og en ny dimensjon av hvordan en kan drive vurderingsarbeid...[..] Slik format ønsker jeg å teste ut på mine egne elever.»

Refleksjonsnotat X

«Denne vurderingsformen var spennende. mest sannsynlig en god måte for elevene å utvide naturfagvokabularet sitt på fordi de blir “tvunget” til å forholde seg til begrepene flere ganger.»

Refleksjonsnotat Y

«Har likt godt TBL-metoden - Gøyalt med skrapelodd! Dette har jeg laget til klassen min og de også likte det godt!»

Refleksjonsnotat Z

I tråd med forventningene, kom det også frem at de ser at det vil kreve en del innsats å lage opplegg de kan benytte med egne elever.

2.2 Tilpasning og uttesting av TBL for elever i naturfag

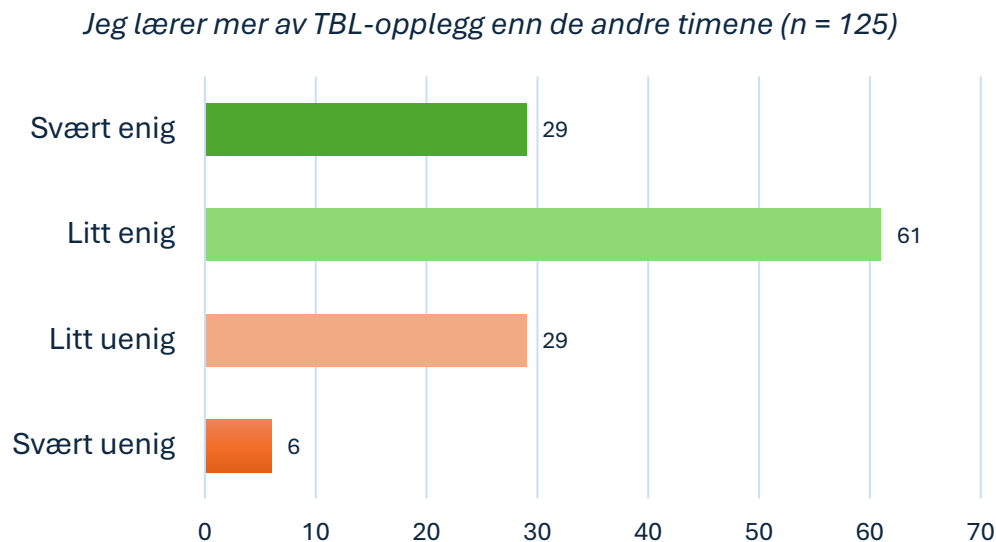
Vi engasjerte to lektorstudenter som utviklet tre TBL-opplegg for naturfag i videregående skole innen temaene evolusjon og arv, klimaendringer og biologisk mangfold, og miljøgifter (hvert estimert til 90 minutter). Disse studentene utviklet også hvert sitt masterprosjekt innenfor denne tematikken. Dette muliggjorde en mer grundig uttesting og evaluering av undervisningsoppleggene. På en større videregående skole rekrutterte de fem naturfaglærere som implementerte og testet oppleggene i sin undervisning. Det ble samlet inn data fra både lærere og elever som adresserte spesifikke problemstillinger knyttet til hvert masterprosjekt. Disse masterprosjektene er pågående arbeider som ikke presenteres i sin helhet her, men vi presenterer et kort sammendrag av dataene med fokus på hvordan TBL-oppleggene fungerte i en norsk skolesetting.

2.2.1 TBL fra elevperspektivet

For å undersøke elevenes opplevelser av TBL ble det benyttet spørreskjemaer (n = 125) og intervjuer (n = 7). Foreløpige funn tyder på at elevene har en positiv oppfatning av TBL. Elevene mente at de individuelle spørsmålene forberedte dem godt til gruppediskusjoner, slik at alle kunne bidra. Selv om gruppesammensetningen påvirket dynamikken, tyder dataene på at elevene inkluderte hverandre i diskusjonen i større

grad enn vanlig. Mange elever fremhevet at skrapeloddene og konkurranseelementet skapte engasjement og økte diskusjonstiden om oppgavene.

Noen elever syntes tempoet var for høyt, mens andre mente det gikk for sakte, avhengig av lærerens gjennomføringsmåte. Å svare på samme oppgave to ganger anså mange som en fordel, fordi det ga tid til å forstå det som var utfordrende. Andre opplevde dette som repetitivt. Likevel mente de fleste at samarbeidet fremmet et sosialt læringsmiljø, der de lærte både ved å forklare for andre og ved å lytte. TBL ga variasjon fra andre undervisningsmetoder, noe de syntes var positivt. Generelt mente elevene at de lærte mer gjennom TBL-oppleggene enn i vanlige timer, og de ønsket flere TBL-opplegg fremover (Figur 1).



Figur 1. Eksempel på elevrespons fra spørreundersøkelse etter gjennomføring av tre runder med team-basert læring i naturfag. 90 av 125 var litt enig eller svært enig i at de lærte mer av TBL. Antall svar på x-aksen

2.2.2 TBL fra lærerperspektivet

Fem lærere ble intervjuet etter å ha gjennomført alle tre TBL-øktene med sine klasser i forbindelse med en masteroppgave som fokuserer på hvor godt TBL som undervisningsmetode gir informasjon om elevenes faglige utfordringer og utvikling i naturfag. Lærerne var enstemmige om at undervisningsopplegget ga umiddelbar innsikt i elevenes kunnskapsnivå og faglige utfordringer. De påpekte at de ulike delene av opplegget ga informasjon på forskjellige måter. Flere lærere fant den siste gruppediskusjonen spesielt nyttig for en helhetlig forståelse av elevenes kunnskap. I denne diskusjonen måtte elevene anvende sin kunnskap for å løse en sammensatt oppgave.

Lærerne opplevde at iRAT (Boks 1) var nyttig for å identifisere utbredte misoppfatninger blant elevene, slik at de kunne forberede seg på å adressere disse i plenumsgjennomgangen. Denne forberedelsen gjorde at de kunne gi bedre forklaringer og tilbakemeldinger under tRAT. Når det gjaldt oppklaring av misoppfatninger, var meningene delte. Noen lærere følte at de kunne avklare mange misoppfatninger under tRAT ved å snakke med elevene, samt i plenumsgjennomgangen. Andre opplevde at de

hadde for lite tid til å analysere resultatene fra iRAT, noe som begrenset forberedelsen til plenumsgjennomgangen.

3 Diskusjon og veien videre

Vi testet TBL i et videreutdanningsemne hvor vi har lærere fra hele landet som studenter, og ingen hadde kjennskap til metoden fra før. TBL er hel tydelig en ukjent metode i skolesammenheng. I tråd med forslaget fra Darby et al. (2023), implementerte vi TBL som en del av denne videreutdanninga for lærere i håp om at dette skulle fremme bruk av metoden i skolen. Studier har vist at lærere lettere tar i bruk undervisningsmetoder de selv har fått erfaring med gjennom studiene (Darling-Hammond et al., 2009). Refleksjonsnotatene studentene leverte i etterkant tyder på at dette var en god strategi. Studentene beskriver at de selv hadde læringsutbytte av metoden, samt at de ble motivert til å benytte metoden i egen undervisning.

Noen studenter nevnte at det vil kreve en del arbeidsinnsats å legge om til TBL-undervisning, som er et kjent ankepunkt ved TBL (Darby et al., 2023; Parmelee et al., 2012). Vi utviklet derfor undervisningsmaterialet for tre TBL-opplegg tilpasset naturfag i videregående skole. Tilbakemeldingene fra både elever og lærere tyder på at vi lyktes med å lage gode, funksjonelle TBL-opplegg. Erfaringene vi hentet inn fra elevene stemte godt overens med tidligere forskning, som økt engasjement, økt aktiv deltakelse og læring, samt utvikling av generelle ferdigheter (Darby et al., 2023). Resultatene våre tyder på at nivåforskjeller mellom elevene også påvirket elevenes oppfatning av metoden. En mulig forbedring av våre ferdige opplegg er å legge inn flere justeringsmuligheter (oppgaver med ulike nivåer) og tydeligere instruksjoner for gjennomføring. For eksempel kan det være viktig at læreren bruker noe mere tid på sammensetning av team. Hvordan team settes sammen har tidligere vært vist å ha stor betydning for hvor godt man lykkes med TBL (Burgess et al., 2020).

TBL er designet for å avdekke kunnskapshull og dermed effektivisere undervisningstiden (Parmelee et al., 2012). Lærerne som testet våre opplegg, opplevde å få en bedre oversikt over elevenes kunnskapshull og misoppfatninger, men hvorvidt de i større grad enn ellers klarte å tette hullene var uklart. Dette vil antakeligvis være lettere ved neste gjennomkjøring. Det var første gangen lærerne testet TBL-oppleggene. Noen misforståelser vil gå igjen, så neste gang er man bedre forberedt. Når dataene er ferdig analysert, vil vi også gjennomgå oppleggene igjen, og vurdere innhold og formulering med tanke på hvor godt de dekker læringsmål og egner seg til å avdekke sentrale kunnskapshull eller misoppfatninger.

I en presset skolehverdag er det forståelig at lærere ikke har mulighet til å innføre en ny undervisningsmetode, spesielt om man er den eneste i kollegiet som ønsker å prøve noe nytt. Mange opplever også institusjonelle barrierer som timeplanlegging (Darby et al., 2023). Likevel viser dataene våre begeistring og interesse for metoden både blant lærerne og elevene. Vår testskole holdt for eksempel et internt seminar i etterkant av utprøvsingsperioden om TBL for å spre metoden til sine kollegaer, og Darby et al. (2023) rapporterte at lærerne syntes arbeidsdagen ble mer engasjerende etter omlegging til TBL. Det er lettere å legge inn en innsats når man opplever at noe «funker». Våre erfaringer så langt viser at dette er en undervisningsmetode som er velegnet for norsk skole. Men vi må hjelpe hverandre å komme over kneika, med aktiv modellering,

verifisering av virkning og god delingskultur. Vi har delt TBL-oppleggene vi har testet i skolen i Ressursarkivet¹ vårt, som vil bli revidert fortløpende. Videre vil det i løpet av året bli publisert to masteroppgaver knyttet til uttestingen av TBL. Vi reviderer også TBL-oppleggene i videreutdanningsemnet fortløpende, for å koble på erfaringene hentet i skolen for bedre modeller en metode lærerne kan ta med seg inn i egen praksis.

Takk til

Elever, studenter og lærere som har bidratt med sine erfaringer og tatt utfordringen med å teste noe nytt. Arbeidet er støttet gjennom studiekvalitetsmidler fra Det matematisk-naturvitenskaplige fakultet, Universitetet i Oslo.

Referanser

- Bjune, A. E., Bratbak, Gunnar, Eliassen, S., Hatteland, Bjørn Arild, Holtermann, K., Langvad, M. R., Sandaa, Ruth-Anne, Stokka, Tone, & Øvergård, Aina-Cathrine. (2023). *Omlægging fra tradisjonelle forelesninger til studentaktiv læring – eksempel fra et grunnemne i biologi* MNT-konferansen, Stavanger, Norway. <https://www.uis.no/sites/default/files/2023-03/Trykt%20utgave%20konferansebidrag%20MNT-konferansen.pdf>
- Burgess, A., van Diggele, C., Roberts, C., & Mellis, C. (2020). Team-based learning: design, facilitation and participation. *BMC Medical Education*, 20(2), 461. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02287-y>
- Burgess, A. W., McGregor, D. M., & Mellis, C. M. (2014). Applying Established Guidelines to Team-Based Learning Programs in Medical Schools: A Systematic Review. *Academic Medicine*, 89(4), 678-688. <https://doi.org/10.1097/acm.0000000000000162>
- Darby, S., O'Hanlon, D., Casterton, S., Harding, N., O'Brien, A.-M., Quinn, G., Urmeneta, O., & Tweddell, S. (2023). Improved learning outcomes and teacher experience: A qualitative study of team-based learning in secondary schools. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1), 100590. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100590>
- Darling-Hammond, L., Wei, R. C., Andree, A., Richardson, N., & Orphanos, S. (2009). *Professional learning in the learning profession: A status report on teacher development in the United States and abroad*. Dallas, TX.
- Eidesen, P. B., & Dahl, T. (2017, 2017-05-08 - 2017-05-09). *Omvendte klasserom og teambasert læring (TBL) gir økt studentaktivitet og bedre læringsutbytte* [Konferanse]. Læringsfestivalen 2017, Trondheim.
- Hrynchak, P., & Batty, H. (2012). The educational theory basis of team-based learning. *Medical Teacher*, 34(10), 796-801. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.687120>
- Jeno, L. M., Raaheim, A., Kristensen, S. M., Kristensen, K. D., Hole, T. N., Haugland, M. J., & Mæland, S. (2017). The Relative Effect of Team-Based Learning on Motivation and Learning: A Self-Determination Theory Perspective. *CBE Life Sci Educ*, 16(4). <https://doi.org/10.1187/cbe.17-03-0055>
- McInerney, M. J., & Fink, L. D. (2003). Team-Based Learning enhances long-term retention and critical thinking in an undergraduate microbial physiology course. *Microbiology Education*, 4, 3-12.
- Parmelee, D., Michaelsen, L. K., Cook, S., & Hudes, P. D. (2012). Team-based learning: a practical guide: AMEE guide no. 65. *Med Teach*, 34(5), e275-287. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.651179>
- Reimschisel, T., Herring, A. L., Huang, J., & Minor, T. J. (2017). A systematic review of the published literature on team-based learning in health professions education. *Med Teach*, 39(12), 1227-1237. <https://doi.org/10.1080/0142159x.2017.1340636>
- Sibley, J., & Ostafichuk, P. (2014). *Getting Started With Team-Based Learning*. Stylus Publishing.

¹ <https://www.mn.uio.no/ibv/om/skolelab/ressursarkivet/>

- Sterpu, I., Herling, L., Nordquist, J., Rotgans, J., & Acharya, G. (2024). Team-based learning (TBL) in clinical disciplines for undergraduate medical students—a scoping review. *BMC Medical Education*, 24(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04975-x>
- Swanson, E., McCulley, L. V., Osman, D. J., Scammacca Lewis, N., & Solis, M. (2019). The effect of team-based learning on content knowledge: A meta-analysis. *Active Learning in Higher Education*, 20(1), 39-50. <https://doi.org/10.1177/1469787417731201>

Poster

Tenkende klasserom - erfaringer fra biologikollokvier i høyere utdanning

Ingrid Fause Steen¹ og Pernille Bronken Eidesen¹

¹ Institutt for biovitenskap, Universitetet i Oslo, Norge

Sammendrag: Vi testet elementer av "Tenkende klasserom" i en biologikontekst. Pilotprosjektet omfattet utvikling av nye kollokvieoppgaver i samsvar med Liljedahls rammeverk, med fokus på samarbeidslæring og kritisk tenkning. Oppgavene ble utformet for å fremme deltakelse og diskusjon blant studentene. Observasjoner og intervjuer viste at oppgavene økte studentenes aktivitetsnivå og engasjement. Vertikale oppgaver førte til mer faglig diskusjon, mens tilfeldige, små grupper fremmet deltakelse. Basert på denne piloten, anbefales å fortsette med "Tenkende klasserom" tilnærmingen men vi må forbedre fasilitering og oppgavetype.

Nøkkelord:

aktiv læring, biologi, tenkende klasserom, vertikale tavler

1 Bakgrunn

I en tid hvor ressursene er knappe, er det ekstra viktig å sørge for at vi gir studentene det læringsutbytte vi ønsker på en effektiv måte, og som samtidig bidrar til å forhindre frafall. God gruppeundervisning som fasiliteter samarbeidslæring kan bidra til begge deler. Samarbeidslæring kan nemlig være en svært effektiv undervisningsform (Godager *et al.*, 2021; Oakley *et al.*, 2004), samtidig som støtte og veiledning fra medstudenter øker gjennomføringsgraden (Delnoij *et al.*, 2020).

Gruppeundervisning og oppgaveløsning er allerede en vanlig undervisningsform ved vårt institutt, men hvordan gruppeundervisning gjennomføres varierer mye mellom emner. Noen emner bygger gruppeundervisningen mer på vane enn nyere kunnskap om hva som faktisk fører til samarbeid og læring. Dette skyldes blant annet at en omlegging er ressurskrevende i seg selv. Det krever tilegning av ny kunnskap, nye ferdigheter, samt tilrettelegging av nytt læringsmateriell. I tillegg er ingen emner like. De fleste undervisningsmetodene presentert i litteraturen krever en viss tilpasning for å møte både fagspesifikke behov og administrative eller logistiske begrensninger (Bjune *et al.*, 2023; Godager *et al.*, 2021). Hvis det finnes tilnærminger man kan benytte uten alt for store investeringer er det en fordel.

2 Problem og mulig løsning

2.1 Vår utfordring

Et av de obligatoriske emnene i bachelorgraden i biovitenskap ved Universitet i Oslo er et tradisjonelt organismebiologi-emne med ca. 150 studenter. Hver organismegruppe har sin modul, med tilhørende forelesninger, laber, kollokviegrupper og ulike faglærere og hjelpelærere involvert. Gruppeundervisningen (kollokviene) har vært tradisjonell, hvor studenter kommer for å sitte å løse oppgaver, og så gjennomgår oppgavene av kollokvielæreren (vanligvis en hjelpelærer). Mye ressurser ble brukt på kollokviene, men få studenter benyttet seg av disse og de studentene som møtte opp var stille og passive. Vi vet at å aktivere studentene i egen læring gir beder læringsutbytte, så her var det rom for forbedring (Freeman *et al.*, 2014).

2.2 En mulig løsning

«Thinking classroom»-rammeverket er utviklet for matematikkundervisning i skolen (Liljedahl, 2023). Forskning knyttet til dette rammeverket har vist at en rekke organisatoriske elementer kan fremme samarbeidslæring og problemløsningsferdigheter, som inkluderer blant annet at studentene må stå og løse problemer på vaskbare, vertikale tavler, og at problemet blir presentert muntlig fremfor skriftlig (Liljedahl, 2023). Grunntanken er at undervisningsrommet innredes på en slik måte at ideer og løsningsforslag skal kunne spre seg mellom tilfeldig inndelte grupper. Problemet må være av en viss kompleksitet og til dels utfordrende; det skal fremme kritisk tenkning og samarbeid. Underviser skal kun besvare «fortsette å tenke» spørsmål. Å bygge tenkende klasserom er en undervisningsform som raskt har blitt

omfavnet av lærere i forbindelse med innføring av ny læreplan i matematikk, hvor problemløsning vektlegges i større grad. Per i dag er det lite tilgjengelig forskning på bruk av dette rammeverket på universitetsnivå, men det er tatt i bruk med gode erfaringer i laveregradsemner (Parrott, 2023), blant annet ved UiT (Pedersen *et al.*, 2023).

2.3 Teste elementer av tenkende klasserom

Tenkende klasserom er som navnet tilsier konstruert for å fremme tenkning, men gjør dette gjennom en rekke tiltak som aktiverer og engasjerer elevene. Sjøl om manglende tenkning ikke var identifisert som et problem i vårt tilfelle, ønsket vi å teste elementer fra «Tenkende klasserom» (Liljedahl, 2023) som en alternativ tilnærming til oppgaveløsning i disse kollokviene. Vi forventet at denne tilnærmingen ville bidra til å heve kvaliteten på kollokviene ved å få i gang diskusjoner og muntlig aktivitet mellom studentene, legge til rette for mer samarbeid og skape et læringsmiljø på tvers av etablerte sosiale konstruksjoner i studentgruppa. Vi forventet at dette som helhet i større grad ville aktivere studentene i egen læring sammenlignet med tradisjonelle oppgaver, og dermed øke sannsynligheten for god læring (Freeman *et al.*, 2014).

2.4 Fasilitert endring av gruppeundervisning

Vi utfordret hver fagansvarlig til å endre en eller to av sine innledende kollokvieoppgaver til «problemløsningsoppgaver» som egnet seg til å løses på vertikale flater i tråd med rammeverket «Tenkende klasserom» (Liljedahl, 2023) (Tabell 1). Deretter instruerte vi alle som skulle lede gruppeundervisning (referert til videre som kollokvier) om metoden (Boks 1). Vi skaffet også nødvendig utstyr som ble gjort tilgjengelig i undervisningsrommet, slik som whiteboard-tusjer og whiteboard ark som enkelt kunne henges rett på veggen.

2.5 Dokumentasjon av tiltaket

For å vurdere om endringene virket etter hensikten, og påvirket aktivitet og samhandling, satt vi inne som observatører i kollokvieundervisningen. I tillegg gjennomførte vi intervjuer med hjelpelærere som hadde ledet kollokvier etter undervisningen i emnet var ferdig. Vi observerte totalt 14 kollokvier utav 36, som dekket 12 ulike tema. Studentene ble informert muntlig om at vi satt inne for å observere metoden som vi testet som en del av et utviklingsprosjekt. Notater ble gjort fortløpende under observasjonen. Selv om det ble etterstrebet å gjøre objektive notater, ble det også notert subjektive tolkninger underveis. Det ble notert antall oppmøtte, men observasjonsdataene ble ellers anonymisert. Ingen navn eller annen informasjon som kan komme i konflikt med personvernet til studentene ble notert eller lagret. Totalt åtte hjelpelærere fungerte som undervisere i kollokviene. Vi intervjuet de to hjelpelærerne som deltok i flest ulike kollokvietema (henholdsvis 6 og 7), da disse to fikk etablert en erfaring med metoden over tid. En intervjuguide ble utarbeidet med fokus på om hjelpelærerne opplevde endring i studentenes aktivitet og engasjement under «problemløsningsoppgavene» i forhold til det øvrige oppgavesettet, og hvordan de ulike praksisene vi hadde hentet fra «Tenkende klasserom» fungerte i denne settingen (Tabell 1). Evalueringsdelen av prosjektet er registrert og godkjent i Sikt.

Tabell 1. Undervisningsformen "Tenkende klasserom" bygger på Peter Liljedahls forskning (Liljedahl, 2023). Liljedahl beskriver 14 praksiser. Vi tok utgangspunkt i åtte av disse i dette prosjektet hvor målet var å fremme økt aktivitet og samarbeid mellom studentene i kollokvietimer.

Praksis	Beskrivelse/Begrunnelse
1. Hvilke typer oppgaver vi bruker	Oppgavene må være problemløsningsoppgaver som skaper høyt engasjement for å fremme tenkning. Et eksempel på oppgave som ble gitt var følgende: Tegn et fylogenetisk tre som inneholder minst syv arter (A-G) som lever i dag. Det fylogenetiske treet skal kunne brukes til å forklare begrepene: monofyletisk, parafyletisk, felles stamfar, søstergruppe
2. Hvordan vi setter sammen grupper	Tilfeldige grupper på tre. Liljedahl viser til at bruk av tilfeldige grupper bryter ned sosiale barrierer, reduserer stress, samt at alle må delta (større grupper gir større sjans for at en blir passiv)
3. Hvor studentene arbeider	Å stå og jobbe på vertikale, ikke-permanente flater fremmer tenkning
5. Hvordan vi svarer på spørsmål	Underviser skal bare svare på fortsett-å-tenke-spørsmål for å ikke stoppe tankeprosessen
6. Når, hvor og hvordan vi gir oppgaver	Oppgaven bør gis muntlig og i begynnelsen av timen for å fremme tenkning
8. Hvordan vi fremmer studentenes autonomi	Studentene tar en mer aktiv rolle – de må ta ansvar, og bruker hverandre – som å se på hverandres tavler
9. Hvordan vi bruker hint og utvidelser	Underviser må se an nivået på gruppene, og gi gruppene hint og utvidelser til ulik tid for å holde dem i flyt og opprettholde tenkning
10. Hvordan vi forankrer læring	Etter hver økt må underviser forankre læring ved å bruke studentenes løsninger i gjennomgangen

3 Resultat og diskusjon

Antall studenter som møtte opp til kollokviene var som tidligere relativt lavt (5-25), men alle studentene som møtte til kollokviene deltok i opplegget. I alle kollokviene vi observerte bidro tavleoppgavene til økt aktiv deltakelse. Studentene diskuterte mere med hverandre under disse oppgavene, og det smittet til dels over i arbeidet med de andre oppgavene, fordi man fikk etablert grupper som så kunne jobbe sammen videre.

Fra observasjonsdataene og intervju finner vi at praksis 1 – Type oppgave – var en av de sentrale driverne for økt aktivitet. Type oppgave som ble gitt hadde stor betydning for graden av faglig diskusjon mellom studentene. Selv om vi ga de fagansatte en tydelig bestilling, så var dessverre flere av oppstartsoppgavene som ikke egentlig var problemløsningsoppgaver. En oppgave som «Er virus levende?» er egentlig ikke et problem de kan løse. Til tross for dette, førte denne oppgaven og flere lignende oppgaver til gode diskusjoner, hvor studentene bygget videre på hverandres utsagn. Hjelpelærerne fremhevet at oppgaver som krevde tegninger, som livssyklusillustrasjoner, gav studentene mye å jobbe med og diskutere. Derimot fungerte ikke alle

sammenligningsoppgavene like godt, da de ofte førte til enkle opplister på tavlen med lite diskusjon.

Hvordan gruppene ble satt sammen (praksis 2; Tabell 1) viste seg også å være av betydning for studenter. Tilfeldige grupper som ikke var for store fungerte langt bedre enn om de fikk jobbe i etablerte grupperinger. Studenter som kom sent hadde en tendens til å hekte seg på en gruppe hvor de kjente andre, noe som ved noen tilfeller ledet til større grupper med 4-5 studenter. Vår klare anbefaling er å følge Liljedahl (2023) på dette punktet. Studentene bør være 2-3 på gruppene for å legge til rette for at alle skal delta. Hjelpelærerne bør stå for inndeling i grupper, og plassere studenter som kommer sent på grupper. Det bør være en felles gjennomgang der gruppene deler til slutt, slik at studentene får diskutert i fellesskap. Hjelpelærere kan ta utgangspunkt i denne diskusjonen for en liten gjennomgang etterpå dersom det er ting studentene trenger oppklaring i, eller ikke har fått med seg.

På den første kollokvien hadde vi fjernet stolene, men ikke bordene. I gruppene som befant seg i nærheten av et bord, satte en eller flere i gruppa seg ned på bordene. Studenter som satte seg ned, bidro mindre til diskusjonen. Dette er i tråd med det Liljedahl (2023, s75) beskriver knyttet til praksis 3; det å stå og arbeide på vertikale flater gjør det vanskeligere å «gjemme seg» og være anonym. Det tvinger frem aktiv deltakelse. Ved senere kollokvier ble hjelpelærerne oppfordret til å henge tavlene vekk fra mulige «sitte-ned-steder».

Vi observerte også at hjelpelærerne i varierende grad klarte å fasilitere metoden. De presenterte oppgavene muntlig i starten (praksis 6; Tabell 1), men deretter oppførte de seg noe ulikt. Noen sto passivt og observerte studentene mens de jobbet og diskuterte oppgavene, fremfor å fasilitere. Andre var mere aktive, og gikk rundt mellom studentgruppene under «problemløsningsoppgavene». Noen hjelpelærere klarte å stille «fortsett-å-tenke» spørsmål, men i flere tilfeller ga de studentene svaret og forklarte, fremfor å fasilitere diskusjon (praksis 5 og 9; Tabell 1). Denne praksisen er helt klart utfordrende, og krever både god fagforståelse og didaktisk forståelse. Hvis vi ønsker at hjelpelærere (som vanligvis er masterstudenter) skal mestre dette, krever det bedre opplæring.

Alle hjelpelærerne tok ansvar for felles gjennomgang der studentene fikk dele sine løsninger. Hjelpelærerne oppsummerte og gikk gjennom svar på oppgaver basert på det studentene hadde sagt, og forklarte det studentene fortsatt lurte på, eventuelt det som manglet. Dette bidro fint til forankring av læring (praksis 10; Tabell 1), og hjelpelærerne vi intervjuet opplevde økt innsikt i studentenes kunnskap, mangler og misoppfatninger.

Vi klarte ikke å fremme praksis 8 (Tabell 1). At studentene gjerne måtte sniktitte på hverandres tavler ble ikke formidlet tydelig nok. Man må gi tydelig beskjed om at de kan se rundt på de andre gruppenes tavler, og oppfordres til å ta i bruk medstudentenes kunnskap når de står fast eller tenker at de er ferdige med oppgavene. Studentene prøvde å kikke i boka, snike seg til å google eller spørre en hjelpelærer når de sto fast.

Ettersom antall studenter som møtte opp varierte, var det til tider for mange hjelpelærere. To virket som et bra antall. Man kan kanskje tro at jo flere jo bedre, men da ble arbeidsfordelingen uklar, samt at det kan bli en distraksjon. Det var tilfeller der hjelpelærerne ble sittende og prate seg imellom fordi de ikke hadde nok å gjøre. Vi ser også at det er en stor fordel med kontinuitet, der de samme hjelpelærerne var med over flere uker. Da vet studentene hva de kan forvente av hjelpelærerne, og hjelpelærerne blir bedre kjent med studentene, som kan gjøre det enklere å hjelpe dem.

4 Veien videre

Våre erfaringer fra denne piloten er at vi helt klart skal fortsette med tavleoppgaver som en oppstart på kollokviegruppene, men ta med oss erfaringene fra denne første runden. Fagansvarlige må få bedre innføring i hva en problemoppgave er, jo bedre oppgaver, jo bedre diskusjon. Hjelpelærerne må forstå metoden. Selv om det virker «ubetydelig» om man lager tilfeldige grupper av en gitt størrelse, så viser våre observasjoner at dette utgjorde en tydelig forskjell. Og man må faktisk rydde vekk alt som er fristene å sette seg ned på. Men dette er uansett en liten investering, som ser ut til å ha god effekt. Vi ser frem til å teste dette en gang til

Boks 1. Kortversjon av instruks til «Aktive, tenkende klasserom» gitt til hjelpelærere/undervisere

- De første kollokvieoppgavene (en eller to) er problemløsningsoppgaver som gis muntlig i starten av timen. Oppgavene legges ikke ut på canvas i forkant.
- Heng opp selvklebende whiteboardark rundt i klasserommet. Pass på at det ikke er ting studentene kan sette seg på i nærheten, de skal stå. (Dette kan dere også gjerne si til studentene).
- Studentene kan få tusjer i eks. Blå/grønn/sort, så kan hjelpelærerne ha tusjer i rød/oransje hvis de skal notere noe på whiteboardarket.
- Studentene deles inn i tilfeldige grupper (telle 1, 2, 3 osv.) Kommer noen studenter sent plasseres de på gruppe der det er færrest (De skal ikke velge gruppe selv).
- Tanken er at studentene får vekslet på hvem de samarbeider med, og at de kan danne grupper de kan jobbe sammen i etterpå dersom de ønsker.
- Gå gjerne rundt og hør på hva studentene diskuterer. Dere kan gjerne svare på spørsmål som hjelper de å tenke videre, men ikke gi de svaret, eller svare på spørsmål som gjør at studentene “stopper å tenke”. Fint med felles gjennomgang i slutten der alle gruppene får dele, og hjelpelærerne kan gjerne oppklare eventuelle misforståelser og forklare konsepter.

Takk til

Takk til alle studenter, hjelpelærere og fagansvarlige som var involvert. Prosjektet har fått støtte via studiekvalitetsmidler fra Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, Universitetet i Oslo.

Referanser

- Bjune, A. E., Bratbak, Gunnar, Eliassen, S., Hatteland, Bjørn Arild, Holtermann, K., Langvad, M. R., Sandaa, Ruth-Anne, Stokka, Tone, & Øvergård, Aina-Cathrine. (2023). *Omlegging fra tradisjonelle forelesninger til studentaktiv læring – eksempel fra et grunnemne i biologi*. Paper presentert ved MNT-konferansen, Stavanger, Norway. <https://www.uis.no/sites/default/files/2023-03/Trykt%20utgave%20konferansebidrag%20MNT-konferansen.pdf>
- Delnoij, L. E. C., Dirkx, K. J. H., Janssen, J. P. W., & Martens, R. L. (2020). Predicting and resolving non-completion in higher (online) education – A literature review. *Educational Research Review*, 29, 100313.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *PNAS*, 111, 8410-8415.
- Godager, L. H., Sandve, S. R., & Fjellheim, S. (2021). *Tilrettelegging for dybdelæring ved bruk av samarbeidslæring og hverandrevurdering - med 200 studenter*. Paper presentert ved MNT-konferansen. Konferanse lastet ned fra
- Liljedahl, P. (2023). *Å bygge tenkende klasserom i matematikk: 14 praksiser for bedre læring*. Norge: Cappelen Damm Akademisk.
- Oakley, B., Felder, R. M., Brent, R., & Elhadj, I. (2004). Turning student groups into effective teams. *Journal of student centered learning*, 2, 9-34.
- Parrott, M. (2023). *Building a thinking classroom in higher education: action steps by a mathematics professor to enhance learning in an undergraduate geometry course*. Paper presentert ved INTED2023, Valencia, Spain.
- Pedersen, I. F., Huru, H. L., & Coucheron, D. A. (2023). *Kontinuitet i overgangen fra skole til universitet - Implikasjoner av Fagfornyelsen for MNT-fagene*. Paper presentert ved MNT - konferansen, Stavanger, Norway. <https://www.ntnu.no/ojs/index.php/njse/article/view/5096/4602>

Poster

Co-creating course projects in introductory Meteorology and Oceanography – enhancing and building motivation through group supervision and collaboration with former students

Anna-Marie Strehl^{1,2}, Kjersti Birkeland Daae^{1,2}

¹ Geophysical Institute, University of Bergen, Norway

² Bjerknes Centre for Climate Research, Bergen, Norway

Sammendrag: Small research projects aligned with a course are thought to help the students grasp theoretical concepts, apply skills that they acquired previously or during the course, and provide training in academic writing. The outcome of student projects, however, strongly depends on the effort that the students are willing to invest in their projects. We encourage students to take the lead in their own education and to learn from each other, and have tested three methods to support the students' learning: The students design their own research question, we apply group supervision to support students during the execution of the research project, and we enable exchange with former students.

By enabling students to choose a project topic of their interest, their motivation can be increased, inherently improving the learning outcome for the individual student. Group supervision facilitates learning beyond the individual projects and makes use of the individual strengths and knowledge of the students. Including more experienced students in the project development benefits both the current and former students and enables knowledge transfer across cohorts.

Nøkkelord:

Self-determined research experience, group supervision, relatedness, competence, autonomy

1 Introduction

Including practical assignments in courses is thought to support the students in their learning. Motivation for the task, however, is an important factor in determining the students' actual learning outcome of assignments. While motivation can be facilitated by external factors such as rewards (e.g. grades), self-determination theory suggests that internal motivation is created by the need for or feeling of competence, relatedness, and autonomy (Deci and Ryan, 2000). Co-creation of teaching and learning (Bovill, 2020), which describes an interactive development of education where both students and teachers are involved in designing teaching and course work, is one approach implementing these three concepts in teaching.

We implemented three co-creation practices to enhance the students' motivation and, subsequently, the learning outcome of an obligatory course assignment: (1) The students designed individual project research questions, (2) we supported the students through group supervision to both develop the project ideas further and to execute their assignments independently, (3) former students were actively involved in the development and execution of the students' projects.

In the following, we will first introduce the assignment, then we will describe how the three practices were implemented. We present the outcomes of some individual projects as well as overall observations and discuss the impacts for the student's motivation during the assignment, by relating the outcomes to the three essential components of self-determination theory, competence, relatedness, and autonomy.

2 Methods

In the course GEOF100 - *Introduction to atmosphere, ocean, and climate*, a project report is included in the course assessment, counting 30% of the final course grade. The students choose a research question, design and perform an experiment, and subsequently analyze the collected data to answer the research question. The project report resembles a scientific paper by following the IMRaD structure (Introduction, Method, Results, and Discussion). The discussion is supposed to contain a reflection of the learning outcome for the student in addition to the discussion of their results. The projects are executed individually, and each student submits his/her own report.

2.1 Letting students choose a research question

At the beginning of the semester, the teachers present an overview of the previous year's student projects and a list of the available instrumentation. The students can use the overview to find inspiration for their own project and submit a research question they want to pursue within four weeks. The students can choose an example from the provided list, but they are strongly encouraged to be creative in designing their project and developing their own research questions.

2.2 Providing feedback and further developing the research project together

It is important for the successful execution of the research projects that each project is realistic to perform within the given time and that it aligns with the knowledge and skills students gain during the course. This is achieved by group supervision, where the teacher preferably sits down with 2-3 students at a time. We allow, however, individual supervision for students who prefer working alone. The groups are preferably chosen such that the topics within the group span a wide range of topics (e.g. from oceanography and meteorology). Due to the small number of students in the specific course, the group supervision aligned well with assigning groups of friends.

During group supervision we support the students in the choice of instrument and give advice on the choice of locations where we can expect to have an interesting outcome of the project. We would like to emphasize that the students and their peers are actively included in the decision-making process and that we provide scientific reasoning for our suggestions. We do, e.g., suggest to measure spatial variability in salinity content near a river estuary rather than in a harbor or at a local bathing spot.

2.3 Engaging former students in the execution of the research project

Some research projects are similar to projects that were performed in the previous year. Instead of prohibiting access to the former students' reports, we actively encouraged an exchange between the current and former students by putting the students into contact with each other. We had two applicable student projects where, in both cases, the former students agreed to participate. The teacher did not interact further with these pairs of students, and they communicated independently.

3 Results

3.1 Choices of research questions

The degree of independence in the chosen research questions varies strongly amongst the students. Some of the chosen projects show little to no relation to any of the previously presented research questions (high degree of independence). However, most students choose to modify one of the presented research questions so that they can easily relate to the topic. Modifications include, e.g., the use of own equipment for carrying out the experiment (fishing rod, boat, buckets), the connection to a private hobby (sailing, paragliding, diving, hiking, kayaking, running, training, ...), relation to daily-life activities (doing the laundry, taking a shower), or the integration of familiar locations (their parent's home, a private cabin, etc.). Only a few students choose a research question from the list without modifying it.

In *Examplebox 1*, we provide examples of projects that were either developed independently or modified by the students. The extensive list illustrates that the students had sufficient input to creatively develop individual projects, giving them space for autonomously shaping their education. Connecting the project to previously acquired skills and knowledge acknowledges the students' competence. Enabling both autonomy

and competence through tailored student projects facilitates motivation to build on and expand previous knowledge.

Suggested student project	Individual student projects
Relation between relative humidity, absolute humidity, and temperature How does humidity change with temperature while hiking up a mountain?	-How does humidity change with temperature while paragliding? -How does humidity change in the bathroom while I am taking a shower? -What drives changes in humidity in my local training center – the weather or the amount of people training? -How do temperature and humidity vary across different outdoor climbing spots? Does the popularity of climbing spots correlate with these conditions? -How does the humidity in my flat change while drying laundry?
Interaction of tides with fjords How do the tides vary inside the local fjord compared to measurements along the coast?	-How do tides vary in two different branches of the same fjord? -What type of tides can I observe near my parents' cabin?
Impact of precipitation and river runoff on ocean salinity -Compare the surface salinity in the local fjord before and after events of rain -Measure salinity at different locations in the local fjord	-How does salinity vary in the fjord near my grandparents' cabin – does it depend on the tides or the river runoff? -How does salinity change within a fjord? (student taking water samples while sailing in private boat)

Examplebox 1 - Suggested and modified student projects for different topics covered in the course

3.2 Group supervision in action – create relatedness amongst students

The students engaged actively in the group supervision discussions. All students commented, posed questions, or suggested a solution or an improvement to at least one of their peers' projects. Consequently, the students contributed to the development of at least two different projects (including their own one) with different research questions. In *Examplebox 2*, examples of problems and solutions that developed during the group supervision are given.

Problem: The instrument needs to float on the ocean's surface for about two weeks.

Solution: A friend of mine owns a boat, we can ask him whether we can attach the instrument to the boat or whether he knows of a suitable floating dock.

Problem: The instruments need to be placed in different training centers and preferably start measuring at the same time.

Solution: Each of us can put one of the instruments at a different location and start the measurements.

Problem: The same instrument, of which we have only one available, needs to be used for different projects.

Solution: We can easily coordinate our measurements – and even compare them in our reports.

Examplebox 2- Problems and solutions that came up during group discussions

3.3 Knowledge transfer across cohorts

From the two groups where we encouraged exchange between this year's students and former students, we briefly outline one particularly successful example where the project quality improved noticeably from one year to another. The project aimed to quantify the strength and direction of tidal currents in a local fjord. The former student had noticed several caveats with the experimental setup while writing the project report, such as a lack of measurement accuracy and number of data points and could not make a satisfying interpretation. When the experiment was repeated in the following year, two students developed a much-improved experimental setup that allowed for higher accuracy of the measurements, increased the measurement frequency, and added a spatial dimension (variability across a bridge). The new project was very successful, and the students could interpret the results more satisfactorily. A more detailed experimental setup and improvements from one year to another due to the exchange between the students are described in detail in *Examplebox 3*. We are currently investigating how the successful collaboration was perceived by both student groups.

Measuring strength and direction of tidal surface currents in a local fjord

Improvement of measurement accuracy

(A) The former student had measured the surface velocity by measuring the time that floating objects needed to float from the upstream side to the downstream side of the bridge. This introduced large uncertainty in the distance measurement as the start and stop locations for the time measurement are very difficult to accurately locate. (B) In the following year this was improved by tethering a floating object to a marked fishing rod, such that the uncertainty of the distance covered by the floating object was drastically lowered.

Adjusting the measurement frequency to the frequency of the system

(A) In the first year, the experiment was repeated four times during the tidal cycle. While the set up was sufficient to see differences between falling and raising tide, the measurements were not sufficient to capture the entire cycle or to determine the point in time when the current reversed. (B) In the repetition of the experiment in the following year, measurements were taken every hour through the first 16 hours of the tidal cycle allowing for the interpolation of a sine curve to determine the points when the current reversed.

Increasing the complexity of the research project by adding another dimension

(B) In the second year, the students decided to measure at five different locations across the bridge to capture the spatial variability. To determine suitable locations on the bridge and to be able to explain spatial variability, the water depth below the bridge was measured with a creative set up at two-meter horizontal resolution before the start of the experiment. Based on these measurements, even the volume transport under the bridge was estimated from the measurements in the repetition of the experiment.

Examplebox 3 - Comparison of the experimental setup for the same research project in two consecutive years. The setup from the first year is marked as (A), the setup in the iteration is marked as (B).

4 Discussion and Conclusions

We applied methods from the Co-creation approach (Bovill, 2020) to individual research projects of students in an introductory climate physics course. We guided the students to find their own project question, providing the feeling of autonomy. In group supervision sessions, the students successfully co-developed and improved each other's projects, confirming their competence, creating the feeling of relatedness, and emphasizing their autonomy, as they found their own solutions. When applicable, we furthermore encouraged and enabled active exchange between former and current students, which supported all three elements of self-determination theory, relatedness, autonomy, and competence. We perceived high motivation amongst students and are currently investigating the students' perspective on the impact of inner motivation on their perceived learning outcome.

Referanser

Deci, E. L., Ryan, R. M., (2000), The "What" and "Why" of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior, *Psychological Inquiry* 11, 4

Bovill, C., (2020), Co-creating Learning and Teaching – Towards Relational Pedagogy in Higher Education, *Critical Practice in higher education*

Poster

Case-based learning

Anneke Veenema¹, Marte Berg Wahlgren² og Kari Helgetun

Langfoss³

¹ Food Technology, Van Hall Larenstein (VHL), University of Applied Sciences, The Netherlands

² Institute of Biotechnology and Food Science, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Norway

³ Institute of Biotechnology and Food Science, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Norway

Abstract: Case-based learning (CBL) is a learning method in which students analyse real-life scenarios to develop problem-solving and critical thinking skills. This method is used in the bachelor's program in Food Science, Technology, and Sustainability, in the module food technology - dairy and plant food (MATV3004). The cases are related to production of bread and camembert. Students form groups, investigate assigned cases, and engage in practical sessions to create the product and solve different hypothesis. A study was conducted to evaluate students' opinion of CBL, involving group interviews and a survey. Interviews showed different experiences: while some students thought practical work deepened understanding, other felt traditional reading was more effective. The survey showed positive results overall, with significant differences between cases. The case on Camembert was rated higher for understanding learning material and industry relevance, but bread provided more confidence for real-world application. However, CBL was less effective in preparing students for exams, which focused more on knowledge recall. The study highlights differences between group and individual opinions, suggesting that quieter students may not voice their concerns in group settings. To increase the effectiveness of CBL, it is recommended that students think of their own analyses and receive feedback at an earlier stage rather than at the end.

Keywords: Case-based learning, industry relevance, group settings, critical thinking skills, supervision

1 Introduction

Case based learning (CBL) is a learning method whereby students learn by solving a case with the help of supervisors (Das et al., 2021). It originated at Harvard Business School and is widely used in medical schools. Nowadays, it is a method that can be found almost everywhere. CBL utilises a case to teach students. To be effective, it is important that the case is based on real-life scenarios, meets the learning objectives, stimulates interest and have general applicability (Thistlethwaite, et al., 2012). In CBL, small groups of students analyse the case, think about the problem and possible solutions. Next, data is collected from literature and practical experience. The results of the case are then shared with the rest of the class, potentially leading to new ideas that can be discussed further (Williams, 2004).

Supervisors play an important role in CBL. They will guide the discussions between students, ensuring that the students think of solutions in the right direction and find the right answers. To achieve this the supervisors, answer and ask questions and redirect them back to the topic if students stray too much from it (McLean, 2016).

In the module Food technology, MATV3004, which is part of the bachelor's degree program Food Science, Technology and Sustainability, students learn about dairy and plant food technology. The students form self-selected groups and are assigned two cases, one about bread and one about Camembert. Each case has a hypothesis that the students are required to research. Students are also asked to form group rules, to ensure the collaboration in the group is well (Aakre & Mørkve, 2021).

Through lectures and reading the material, students prepare for practical days, in which they will make the cheese and bread. In classic CBL, students are supposed to formulate their own hypotheses and find the appropriate analyses, but in this module, this was done by the supervisor. With the results of these days, they will make a presentation that is presented at the end of the semester.

CBL is a relatively new learning method for the students. The professors want to know what the student's perceptions of CBL are, whether they learn enough from it and whether there are any areas that can be improved further. So, the scope of my study, as an internship student fra VHL in the Nederland, was to investigate the effectiveness of CBL for MATV3004 students.

2 Methodology

2.1 Group interviews

To research the group experience in the middle of the project, six group interviews were conducted. Each group consisted of six students, whom all produced the bread and cheese together. The interview was performed after the second production day at which point the students had completed the preparation and the production of both products. The interviews were conducted in a small room and took approximately ten minutes. The interviews that were performed were semi structured, so if needed follow up questions could be asked. The interviews focused on the learning method and the experiences with

it during the project. Students were asked for permission to use their answers for the research beforehand.

2.2 Survey

Furthermore, a survey was conducted to collect the individual opinions of the students. This was done at the end of the module. At this moment all students participating in MATV3004 were present. The survey contained the following six sections: case bread, case camembert, presentation, group work, overall learning experience and guidance. The questions were ranking questions from Strongly disagree to Strongly agree (1-5). At the end of the survey there was room for other remarks that didn't come up during the survey. The survey was performed using Microsoft Forms. From the 36 participating students in the module, 33 completed the survey.

For data-analysis mean values of the questions were calculated. For both cases the same questions were asked. The results of these questions were compared using a paired sample t-test (significance level 95%). Chi square tests were performed to discover any differences between the groups.

3 Results

3.1 Interview

The interviews revealed that the various groups had different learning experiences. The majority appreciated the practical work to help them understand the process better and found it offered a more comprehensive understanding of the material than the traditional lectures.



"I think it is hard to conceptualize the whole process of cheesemaking by watching the videos and a step-by-step guide. But now we have done it ourselves, and we got to understand the process more."

Picture 1: Students are measuring pH in the fresh camembert.

Other groups considered the production of both products to be unnecessary, because they learn more about the products by reading and remembering the material.

“Sometimes it is just better to read about it and learn about it that way.”

During the practical days, groups were required to split up to ensure both products were made within the allocated time. Some groups came to check in on each other while other didn't. The question regarding the sufficient knowledge at both subjects the reaction within and between groups differed. While one group member felt they lacked knowledge, another felt like they grasped the most important concepts.

“I do feel like I'm missing out on some stuff here and there, but the supervisors said that everybody should work together on the cheese first. Then I feel like this may be important to have. So, if they know what is important in the future, they could call us, and it could be easier and better.”

Some of the groups have will try to minimize these gaps of knowledge by talking to each other, watching the film they made and preparing for the presentation.

“We have to make a presentation. I think we will learn more about both processes then as well and not only the part we worked on today and yesterday.”

In contrast, another group thought the presentation wouldn't help in the learning process, while the focus lays on presenting the case to the class, rather than understanding the process themselves.

Out of both the subject's, students thought the production of the cheese was more important than the production of bread, while cheesemaking was a new process that they hadn't done before, and the majority of the students had made bread.

“We tried to, as much as we could, to be in both places. Even though we divided into bread, we would still go back into the process lab and join the cheese group, and you guys came in. Most of us have been baking bread before, so we took that a little bit more lightly. And focused more on what we all need to know what we do in the cheesemaking process.”

3.2 Survey

For both cases the same four questions were asked. The results are shown in Tabel 1. While all questions are answered rather positive there is a significant difference found between the cases concerning the learning material and the confidence in applying in real-life. One remark concerning the industry relevance of the bread case was that while the theory was appreciated, the student missed the real process that is also used in the factories. In contrast, students explained that the Camembert case was necessary to understand the theory behind the cheese better.

A comparison was made between groups was made for both the cases, and no significant difference was observed.

Tabel 1. Average scores responses on the questions about the cases.

	Bread	Camembert
The case helped me understand the learning material better	3,9	4,2
The case helped me understand the production process better	3,8	3,8
The case is industry related	3,9*	4,2*
I feel confident in applying the knowledge I learned in real-life situations	4,0*	3,7*

* Significant difference between answers $p < 0,05$

Five questions were asked about the overall learning experience. Results are shown in Figure 1. The average answer of CBL provided a better understanding than traditional lectures scored a 3,9, but the if it the cases helped prepare for the exam was scored with a 3. For the question about if the students preferred one or two cases the opinion of the students differed. One student explains that they wouldn't need the bread part and Camembert is enough work. Another student preferred two cases to do the laboratory days for, but preparing two presentation was too much work.

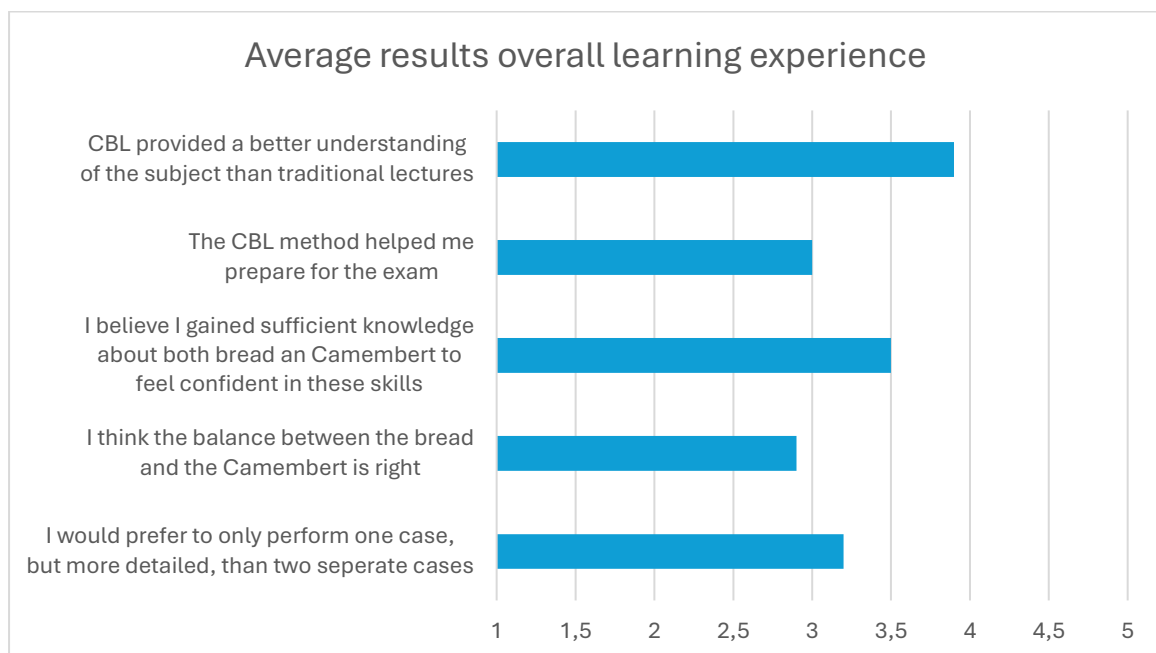


Figure 1. Average scores of five questions about the overall learning experience with scoring from strongly disagree (1) to strongly agree (5).

4 Discussion

4.1 Reflection on the survey

The survey results were considered positive overall. Two differences were found between the bread and Camembert cases. The difference in confidence to apply the knowledge was explained by the students' comments, indicating that bread is a more familiar process as they have made it before. This could also explain why they felt their understanding of Camembert was better through the case, as they only had theoretical knowledge prior. No significant differences were found between the groups, meaning that the different cases can be considered similar in terms of student workload.

Despite the student's perception that CBL gave them a better understanding of the subject, they felt that this method didn't help them prepare for the exam. The exam consists mainly of knowledge questions and some questions where they must apply their knowledge, suggesting that this is the reason why students feel that CBL doesn't help them prepare (Perez, et al., 2023). An additional comment from the professors regarding these results, is that the theory on bread and camembert is only a few lectures, so there are a lot to learn related to the cases. For the question if the students preferred one or two cases, the opinions differed, but the result leaned to one case. However, the comments made on this part was that the bread case was unnecessary, which can lead to students preferring the one case option. For the question if the students preferred one or two cases, the opinions differed, but the result leaned to one case. However, the comments made on this part was that the bread case was unnecessary, which can lead to students preferring the one case option.

4.1.1 Comparison results group interviews and survey

During the group interviews there were little to no discussions about the answers. Students would rapidly agree with their peers, thus not forming their own opinions. That there are differences in the groups is evident from the survey results. On different questions, some students of in a group are very positive, while others are negative. The differences between group and individual results raise the question of whether the students who are too afraid to share differing opinions also aren't heard in discussions of the material. This can lead to insufficient exploration of the learning material.

A comparison of the results of the interview and the survey provides insight about the difference in opinion during the semester. Firstly, the knowledge can be addressed. During the interview, students indicated that they felt the lack of knowledge but believed that the preparation of the presentation would be effective in filling these gaps. The response of the survey also shows that this has indeed happened.

4.1.2 Learning method

Another part that can be discussed is the similarities and differences between CBL and the method that is used in the module. Firstly, the case that is formulated follows the different criteria outlined in the literature (Perez, et al., 2023). Nevertheless, there are several differences that can be noted. In CBL, students are responsible for formulating

their own hypotheses and thinking of analyses that can answer the question in the case. However, in this module this was done by the supervisor. This affects the development of critical thinking skills and less engagement with the case, which can affect the learning effectiveness (Perez, et al., 2023).

Furthermore, in CBL feedback is used to generate new ideas that can be discussed further. By having the seminar at the end of the period it is possible that these are disregarded, as the students will no longer use it to complete their case.

5 Conclusion

This study investigated the effectiveness of CBL for MATV3004 students. The results showed that the students found it to be a valuable method and provided better understanding with an average score of 3.9 out of 5.

The method used isn't entirely CBL. To align better with the method, it is recommended to have students come up with their own analyses to train critical thinking skills.

Thanks to

We would like to thank the students in the 3rd year of study who completed CBL in the module MATV3004 in autumn 2024. Their commitment was impeccable, and they were positive to participate in the evaluation of this learning method

Referanser

- Aakre, I. G., & Mørkve, M. S. (2021). Det er lurt å skrive en avtale! *Nordic Journal of STEM Education*, 5(1). <https://doi.org/10.5324/njsteme.v5i1.3912>
- Das, S., Das, A., Rai, P., & Kumar, N. (2021). Case-based learning. *Journal of Education and Health Promotion*, 10(1), 372. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_1265_20
- McLean, S. F. (2016). Case-Based Learning and its Application in Medical and Health-Care Fields: A Review of Worldwide Literature. *Journal of Medical Education and Curricular Development*, 3. <https://doi.org/10.4137/jmecd.s20377>
- Perez, A., Howey, M., Green, J. L., Nóbrega, M. T. C., Kebbe, M., Amin, M., Von Bergmann, H., & Ganatra, S. (2023). Multiple cases in case-based learning: A qualitative description study. *European Journal of Dental Education*, 27(4), 1067–1076. <https://doi.org/10.1111/eje.12900>
- Thistlethwaite, J. E., Davies, D., Ekeocha, S., Kidd, J. M., MacDougall, C., Matthews, P., Purkis, J., & Clay, D. (2012). The effectiveness of case-based learning in health professional education. A BEME systematic review: BEME Guide No. 23. *Medical Teacher*, 34(6), e421–e444. <https://doi.org/10.3109/0142159x.2012.680939>
- Williams, B. (2004). The implementation of Case-Based Learning - shaping the pedagogy in ambulance education. *Australasian Journal of Paramedicine*, 2, 1–7. <https://doi.org/10.33151/ajp.2.3.286>

Picture 1: Vilde Vegardsdatter Rognerud and Daniel Belaska Ustad

I Presentasjoner

Presentasjon

«[Så] nærme det kommer sannhet»: Hva *vitenskapelig* betyr for studenter

Iselin Grav Aakre¹

¹ Institutt for materialteknologi, NTNU, Norge

Sammendrag: Nordmenns tillit til forskere er moderat høy, men avhenger noe av fagfelt. For å undersøke norske studenters forhold til vitenskap, har kjemistudenter ved NTNU besvart en spørreundersøkelse om i hvilken grad de oppfatter ulike modeller for kjemisk binding som vitenskapelige, og hva det betyr for dem at en modell er vitenskapelig.

Resultatene viser en høy grad av tillit til vitenskap og forskning blant studentene. De kvalitative resultatene ble analysert med tematisk analyse, og to hovedtema ble identifisert. Temaet «forskning» handlet for de fleste studentene om at en vitenskapelig modell *bygger på* forskning, og for mindretallet at en vitenskapelig modell *brukes i* forskning. Det andre hovedtemaet, «sannhet», handlet om at en vitenskapelig modell blant annet er virkelighetsnær, realistisk, pålitelig og korrekt.

De kvantitative resultatene viser at studentene peker på de mest abstrakte modellene som mest vitenskapelige. Dette gjelder både for modeller som er ukjente for studentene, og for modeller de gjenkjenner fra tidligere.

Nøkkelord:

vitenskap, tillit til forskning, studenter, kjemisk binding, modeller

1 Bakgrunn

1.1 Befolkningens syn på forskning og vitenskap

Forskningsforakt, og manglende tillit til forskning og vitenskap – særlig innen kontroversielle tema – er blitt aktualisert av Trump-administrasjonen sin liste over ord som kan føre til at forskningsprosjekter stanses (Lystad, 2025).

I Norge er tillit til forskning avhengig av fagområde (NTB, 2020), men befolkningen har jevnt over høy tillit til forskning og vitenskap. En stor internasjonal undersøkelse plasserer nordmenns tillitt til forskere litt under gjennomsnittet for de 68 landene der undersøkelsen ble gjort, men nordmenns tillit til forskere er fortsatt «moderat høy» (Cologna et al., 2025).

1.2 Hva er vitenskap?

Det vitenskapelige er sentralt i selve formålsparagrafen i Universitets- og høyskoleloven, der et av punktene er å «formidle kunnskap om virksomheten og utbre forståelse for prinsippet om akademisk frihet og bruk av vitenskapelige og kunstneriske metoder og resultater, både i undervisningen av studenter, i egen virksomhet for øvrig og i offentlig forvaltning, kulturliv og næringsliv» (Universitets- og høyskoleloven, 2024, §1-1c).

Men hva er egentlig vitenskap? McComas og Clough (2020, s. 4) beskriver vitenskap som en menneskelig aktivitet som utforsker verden for å oppnå evidensbasert og pålitelig kunnskap, altså prosessen der *viten skapes*. Haraldsen (2024) skriver at «vitenskap brukes både om selve forskningsvirksomheten og om de systematisk ordnede resultatene som fremkommer.» At noe er «vitenskapelig» kan sånn sett enten handle om at det er en del av *prosessen* forskning, eller at det er et *produkt* av forskning. Begge kan naturligvis være sant samtidig, for eksempel for et elektronmikroskop eller evolusjonsteorien.

1.3 Modeller og vitenskap

Ulike *modeller* brukes i stor grad i undervisningen i både kjemi og andre realfag. Gilbert et al. (2000) klassifiserer modeller etter blant annet ontologisk status, og definerer *vitenskapelige modeller* som en type *konsensusmodeller* – modeller brukt av en gruppe og ikke bare et enkeltindivid – som er et resultat av empirisk testing, brukes i forskning og kan forutsi empiriske resultater. En vitenskapelig modell er med andre ord et *produkt* av forskning, samtidig som den brukes i *prosessen* forskning.

1.4 Problemstilling

I lys av nyhetsoppslag om manglende kunnskap om og tillit til vitenskap, er det relevant å undersøke hvordan norske studenter ser på vitenskap. Det er derfor undersøkt i hvor stor grad kjemistudenter mener ulike modeller for kjemisk binding er vitenskapelige, og hva de mener det betyr at en modell er vitenskapelig. Problemstillingen er todelt:

1. Hva betyr «vitenskapelig» for studentene?

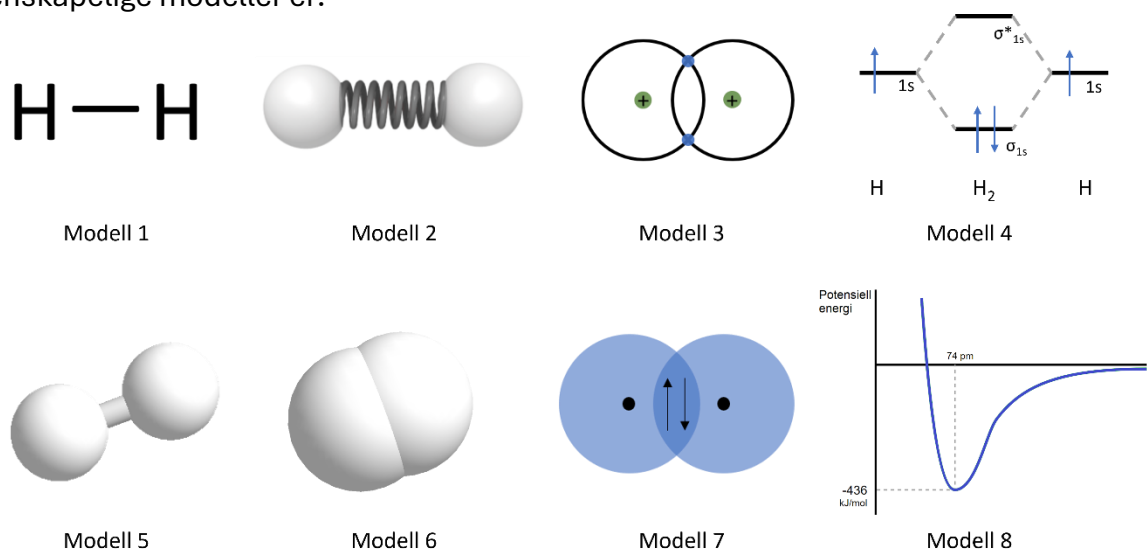
2. Hvilke modeller for kjemisk binding mener studentene er mer vitenskapelige enn andre, og kan det si oss noe om hva vitenskapelig betyr for studentene?

Det er også interessant å undersøke om det er noen forskjeller mellom ferske og mer erfarne studenter.

2 Metode

2.1 Datainnsamling

En digital spørreundersøkelse (5-10 minutter) ble gitt til studenter i utvalgte kjemiemner ved NTNU høsten 2021 og 2022. Studentene fikk mulighet til å besvare spørreundersøkelsen i en forelesning ved semesterstart. Spørreundersøkelsen inneholdt spørsmål om hva studentene tenker om kjemisk binding, og hvordan de oppfatter ulike modeller for kjemisk binding. I det følgende beskrives kun de spørsmålene som er relevante for studentenes opplevelse av hva «vitenskapelig» og vitenskapelige modeller er.



Figur 1: Modellene for hydrogenmolekylet som studentene tok stilling til spørreundersøkelsen: Lewis-struktur (modell 1), kule-og-fjær (modell 2), oktettmodell (modell 3), Molekylorbitaldiagram/MO-diagram (modell 4), kulepinne (modell 5), romfyllende (modell 6), overlappmodell (modell 7) og energigraf (modell 8).

Studentene fikk ulike varianter av spørreundersøkelsen. Spørsmålet «Hvilke av disse representasjonene har du sett før?» ble gitt til alle, og samtlige studenter svarte for alle de åtte modellene vist i *Figur 1*. Spørsmålet «I hvor stor grad mener du at denne representasjonen er vitenskapelig?» ble besvart på en 5-punkts Likert-skala (i veldig liten grad – i ganske liten grad – nøytral – i ganske stor grad – i veldig stor grad). For å begrense omfanget av spørreundersøkelsen, fikk studentene *enten* spørsmål om modell 1-4, eller modell 5-8.

Høsten 2022 ble i tillegg fritekstspørsmålet «Hva vil det si for deg at en representasjon er vitenskapelig?» gitt til et tilfeldig utvalg (ca 25 %) av studentene.

2.2 Kvalitativ databehandling

Tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006) ble brukt til å identifisere relevante tema i fritekstsvarene på spørsmålet «Hva vil det si for deg at en representasjon er vitenskapelig?» Studentenes svar ble kodet induktivt gjentatte ganger, og tema ble identifisert. Hvert studentsvar kunne kodes til flere koder og tema. Denne prosessen ble gjort for hele datasettet, uten å ta hensyn til studentenes studieår under kodingen.

2.3 Kvantitativ databehandling

Studentene ble gruppert etter studieår. For å unngå for små grupper, ble studentene som var på tredje studieår eller senere slått sammen til en gruppe. Resultatene for andreårsstudentene la seg mellom resultatene for førsteårsstudentene og de som var i tredje studieår eller senere, og kvantitative data for andreårsstudentene er derfor ikke vist her.

3 Resultat og diskusjon

3.1 Antall svar og svarprosent

Svarprosenten varierte fra 22 % til 88 % av de oppmeldte i emnene, og var først og fremst avhengig av hvor mange studenter som var til stede i undervisningen den dagen. Av studentene som var til stede, var svarprosenten høy (> 90 %). *Tabell 1* gir en oversikt over antall studentsvar på de ulike spørsmålene fordelt på studieår. Både for førsteårsstudenter og for de som er i tredje studieår eller senere, er det flere som har besvart undersøkelsen for modell 5-8 enn for modell 1-4.

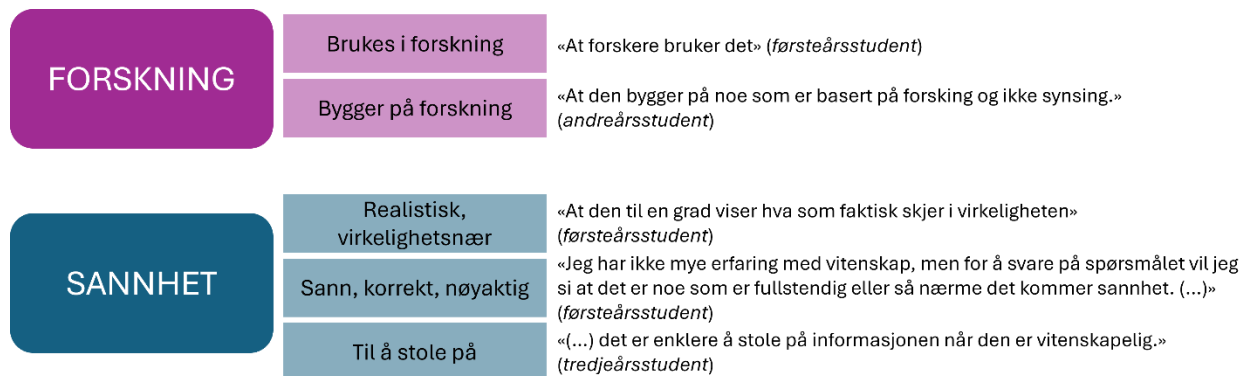
Tabell 1: Oversikt over studentsvar fordelt på spørsmål og studieår. «3+» i kolonnen for studieår betegner studenter som er i 3. studieår eller senere.

	Type spørsmål	Totalt antall svar	Svar per studieår		
			1	2	3+
«Hvilke av disse representasjonene har du sett før?»	Avkryssing	668	473	138	57
For modell 1-4: «I hvor stor grad mener du at denne representasjonen er vitenskapelig?»	Likert-skala	288	200	71	17
For modell 5-8: «I hvor stor grad mener du at denne representasjonen er vitenskapelig?»	Likert-skala	380	273	67	40
«Hva vil det si for deg at en representasjon er vitenskapelig?»	Fritekst	52	26	16	10

3.2 Hva betyr «vitenskapelig» for studentene?

To hovedtema utpekte seg i studentenes svar: «forskning» og «sannhet». Disse er vist med tilhørende koder og eksempler på studentsvar i *Figur 2*. I tillegg var det noen andre, mindre brukte, koder som ikke sorterte under noen av hovedtemaene. Fem studenter (10 %) uttrykker at de ikke vet eller er usikker på hvordan de skal forstå «vitenskapelig».

Tre av disse er førsteårsstudenter, og de to siste er andreårsstudenter. Noen av disse har likevel skrevet utfyllende svar.



Figur 2: Hovedtema (venstre), koder (midten) og eksempler på tilhørende studentsvar (høyre).

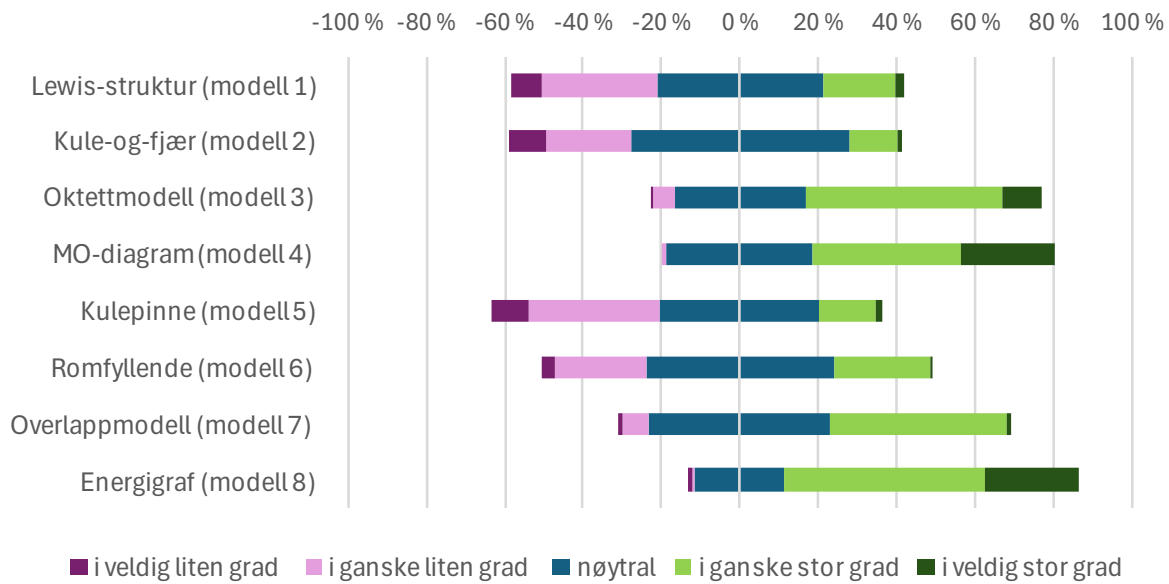
Halvparten av studentsvarene (26 av 52 svar) er sortert under temaet forskning. Disse svarene bruker begreper som forskning og forskere, og/eller henviser til eksperimenter og den vitenskapelige metoden. Flertallet av disse studentene (17 av 26) beskriver hvordan en vitenskapelig representasjon *bygger på* forskning, mens resten (9 av 26) beskriver en vitenskapelig representasjon som noe som *brukes i* forskning. Det er interessant å merke seg at selv om studentsvarene som helhet bruker det vitenskapelige både om *prosessen* forskning (kodet *brukes i forskning*) og om *resultatene* fra forskning (kodet *bygger på forskning*), så er ikke begge perspektivene til stede i samme studentsvar.

Temaet forskning var til stede hos studenter i omtrent like stor grad alle studieår, men koden *brukes i forskning* er borte fra svarene til studentene på tredje studieår eller senere. På grunn av få respondenter i denne kategorien, er det likevel vanskelig å trekke bastante konklusjoner.

Rett over halvparten av svarene (27 av 52 svar) ble plassert under temaet «sannhet». Disse svarene peker på at en vitenskapelig representasjon er realistisk, virkelighetsnær, nøyaktig, pålitelig, eller rett og slett at den er korrekt. Svarene viser høy grad av tillit til vitenskapen, eksemplifisert i sitatet av en førsteårsstudent som beskriver vitenskap som «(...) noe som er fullstendig eller så nærme det kommer sannhet.» For dette temaet var det ingen tydelige forskjeller i frekvens mellom studenter i ulike studieår.

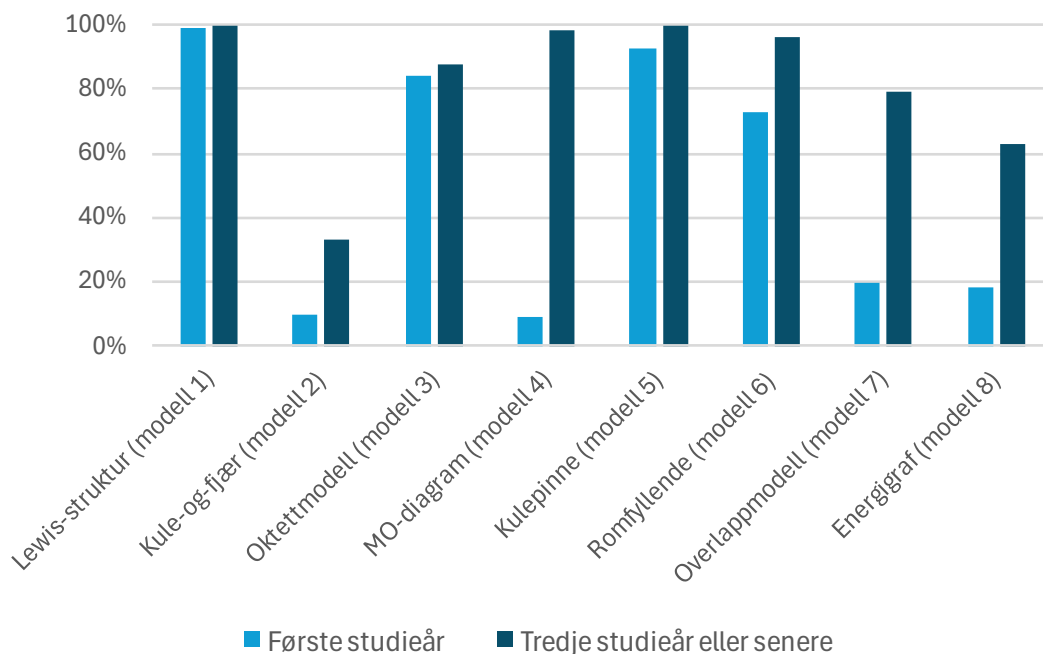
3.3 Hvilke representasjoner mener studentene er vitenskapelige?

Figur 3 viser hvordan førsteårsstudentene svarer på spørsmålet «I hvor stor grad mener du at denne representasjonen er vitenskapelig?» Svarfordelingen viser at fire modeller utpeker seg med klart flere studenter som mener at representasjonen i stor grad er vitenskapelig (grønt) enn de som mener den i liten grad er vitenskapelig (lilla): oktettmodellen (modell 3), MO-diagrammet (modell 4), overlappmodellen (modell 7) og energigrafen (modell 8). Hva har disse modellene til felles?



Figur 3: Fordeling av svar på «I hvor stor grad mener du at denne representasjonen er vitenskapelig?» Kun svar fra førsteårsstudenter. N = 200 for Lewis-struktur (modell 1), kule-og-fjær (modell 2) og oktettmodell (modell 3), N = 198 for MO-diagram (modell 4), N = 272 for kulepinne (modell 5) og overlappmodell (modell 7), N = 273 for romfyllende (modell 6), og energigraf (modell 8).

Figur 4 sammenligner hvor stor prosentandel av studentene som gjenkjente de ulike modellene i første studieår (lyseblått) og tredje studieår eller senere (mørkeblått). Endringen er særlig stor for MO-diagrammet (modell 4), fra 9,3 % i første studieår til 98 % i tredje studieår eller senere.

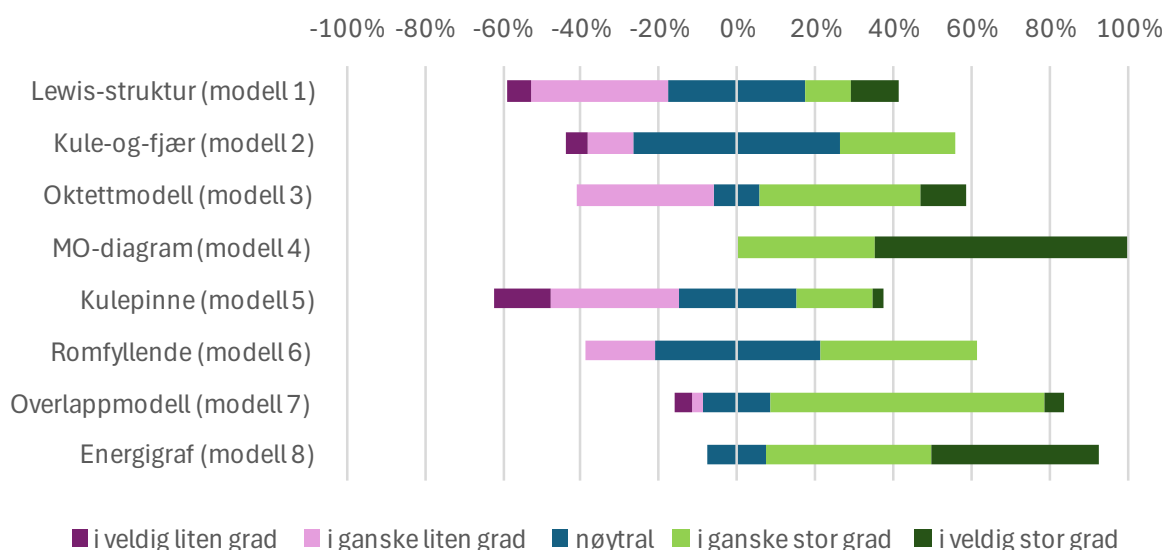


Figur 4: Oversikt over hvor stor prosentandel av studentene som gjenkjente modellen i første studieår (lyseblått, N = 473), og tredje studieår eller senere (mørkeblått, N = 57).

MO-diagrammet (modell 4), overlappmodellen (modell 7) og energigrafen (modell 8) er ukjente for de fleste førsteårsstudentene. Disse modellene blir vurdert til å være vitenskapelige av de fleste studentene, og energigrafen (modell 8) er den modellen *færrest* førsteårsstudenter svarer «nøytral» på, til tross for at de ikke gjenkjenner modellen. Oktettmodellen (modell 3) skiller seg ut ved å i stor grad bli vurdert som vitenskapelig av studentene, samtidig som at de fleste førstesemesterstudentene kjenner den.

Alle modellene er abstrakte tilnærminger til hvordan et molekyl *faktisk* ser ut, eller hva det vil si at to atomer er bundet sammen med en kjemisk binding. Noen av modellene vil likevel *oppfattes* som mindre abstrakte enn andre. For eksempel vil de fleste studentene ha erfaringer med molekylbyggesett fra skolen, og dermed ha konkrete og fysiske erfaringer knyttet til kulepinnemodellen (modell 5). De modellene som mange studenter vurderer som vitenskapelige, fremstår som mer abstrakte og bruker symboler (som pilene i MO-diagrammet og overlappmodellen) og matematikk (særlig energigrafen) i større grad enn de andre modellene.

Figur 5 viser svarfordelingen for studenter i tredje studieår eller senere. Her er antall svar vesentlig lavere, noe som gjør det vanskelig å si noe bastant om utviklingen i løpet av studietiden. En trend er likevel at andelen som svarer «nøytral» synker for de fleste modellene. Deler av dette kan forklares med at flere av modellene er ukjente for førstesemesterstudentene, men trenden er der også for modeller som er kjent for nesten alle de ferske studentene, som Lewis-strukturen (modell 1) og oktettmodellen (modell 3). For noen av studentene som svarer «nøytral» i førstesemester, kan det handle om at det er begrepet *vitenskapelig* de er usikre på, vel så mye som modellene.



Figur 5: Fordeling av svar på «I hvor stor grad mener du at denne representasjonen er vitenskapelig?» Svar fra studenter i tredje studieår eller senere. $N = 17$ for Lewis-struktur (modell 1), kule-og-fjær (modell 2), oktettmodell (modell 3) og MO-diagram (modell 4), $N = 40$ for kulepinne (modell 5), romfylende (modell 6), overlappmodell (modell 7) og energigraf (modell 8).

3.4 Oppsummering og mulige konsekvenser for undervisning

For studentene som besvarte denne undersøkelsen, er det vitenskapelige enten noe som *brukes i* forskning, eller noe som *bygger på* forskning. De bruker ord som *realistisk*, *til å stole på* og *sannhet* når de beskriver hva «vitenskapelig» betyr, og mange knytter det vitenskapelige til det en student beskriver som «hva som faktisk skjer i virkeligheten». Dette vitner om stor tillit til det vitenskapelige.

De kvantitative resultatene viser at studentene oppfatter de mer abstrakte representasjonene av kjemisk binding som mest vitenskapelige. Det fremstår som et paradoks at det vitenskapelige for studentene både er noe abstrakt – som en energigraf eller et molekylorbitaldiagram som en tilnærming til kjemisk binding – og noe virkelighetsnært. En mulig forklaring er at studentene oppfatter det vitenskapelige som noe abstrakt og avansert, men som like fullt beskriver virkeligheten.

«Vitenskapelig» er ikke bare navnet på en kategori universitetsansatte. Som vitenskapelig ansatte ligger vitenskap og forskning til grunn for mye av det vi gjør, også som undervisere. Men hvordan snakker vi om vitenskap og forskning med studentene, hvilke ord bruker vi, eller er det vitenskapelige så fundamentalt for oss at vi tar det for gitt? Kanskje det vitenskapelige kan få en mer eksplisitt plass i vår undervisning, slik at både vitenskapelige metoder og resultater blir mindre abstrakt, mer tilgjengelig og enda mer virkelighetsnært for studentene?

Takk til

Takk til de vitenskapelig ansatte ved NTNU som ga meg noen dyrebare minutter av forelesningstiden sin, og ikke minst alle studentene som besvarte undersøkelsen.

En stor takk til førsteamanuensis Per-Odd Eggen ved Institutt for fysikk, NTNU, for dine innspill, og for at du alltid er positiv.

Referanser

- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Cologna, V., Mede, N. G., Berger, S., Besley, J., Brick, C., Joubert, M., Maibach, E. W., Mihelj, S., Oreskes, N., Schäfer, M. S., Van Der Linden, S., Abdul Aziz, N. I., Abdulsalam, S., Shamsi, N. A., Aczel, B., Adinugroho, I., Alabrese, E., Aldoh, A., Alfano, M., ... Zwaan, R. A. (2025). Trust in scientists and their role in society across 68 countries. *Nature Human Behaviour*. <https://doi.org/10.1038/s41562-024-02090-5>
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J., & Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. I J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Red.), *Developing models in science education* (s. 3–17). Kluwer Academic Publishers.
- Haraldsen, F. (2024). Vitenskap. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/vitenskap>
- Lystad, E. (2025, 8. februar). *Stanser forskning som inneholder feil ord. —Katastrofalt*. <https://www.khrono.no/stanser-forskning-som-inneholder-feil-ord-katastrofalt/939431>

- McComas, W. F., & Clough, M. P. (2020). Nature of Science in Science Instruction: Meaning, Advocacy, Rationales, and Recommendations. I W. F. McComas (Red.), *Nature of Science in Science Instruction. Rationales and Strategies* (s. 3–22). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6>
- NTB. (2020, 4. mars). *Mange har liten tillit til klima- og kjønnsforskning*. <https://www.forskning.no/ntb-om-forskning/mange-har-liten-tillit-til-klima--og-kjonnsforskning/1649315>
- Universitets- og høyskoleloven. (2024). *Lov om universiteter og høyskoler* (LOV-2024-05-31-26). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2024-03-08-9?q=universitets%20og%20h%C3%B8yskoleloven>

Presentasjon

Hvilke normer gjelder?

Skandinaviske fysikkstudenter følelse av å passe inn

Trine Højberg Andersen¹, Johanna Larsson² og Anders Johansson³

¹ Institutt for fysikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Norge

² Akademin för utbildning, kultur och kommunikation, Mälardalens Universitet, Sverige

³ Chalmers tekniska högskola, Vetenskapens kommunikation och lärande, Sverige

Sammendrag: Dette bidraget presenterer foreløpige resultater fra en spørreundersøkelse blant fysikkstudenter i Norge, Sverige og Danmark. Studien undersøker studentenes opplevelse av å passe inn på studiet. I alt har 430 førsteårsstudenter ved seks universiteter svart på spørreundersøkelsen som inkluderer både åpne og lukkede spørsmål om studentenes identitet, mestring og motivasjon. Resultatene viser at mange studenter føler at de passer inn i fysikk på grunn av nysgjerrighet, interesse og et talent for matematikk og fysikk. Noen uttrykker tvil om de er nysgjerrige nok, mens andre påpeker betydningen av ferdigheter, høy IQ og talent. Få studenter oppgir et ønske om å bruke fysikk til å forandre verden, og noen er usikre på hvordan de kan bruke faget i en framtidig jobb. Gleden ved å løse problemer og finne entydige svar motiverer mange studenter, og flere uttrykker en tilfredsstillelse når de forstår vanskelige begreper. Samtidig opplever mange studenter fysikkutdanningen som krevende, både faglig og tidsmessig, noe som kan påvirke deres sosiale liv og trivsel. Det sosiale miljøet spiller en avgjørende rolle for studentenes trivsel og faglige utvikling, og flere nevner verdien av samarbeid og støtte fra medstudenter. Disse resultatene kan motivere universiteter til å forbedre læringsmiljøene.

Nøkkelord:

Læringsmiljø, tilhørighet, fysikkstudenter, Skandinavia

1 Innledning

Skjev rekruttering innen naturvitenskap er et tilbakevendende problem i den vestlige del av verden, særlig i fysikk (American Physical Society 2018; Hasse & Sinding, 2012). En rekke studier har tidligere undersøkt dette både kvantitativt og kvalitativt, og det er vanlig å ta et identitetsperspektiv (Gonsalves & Danielsson 2020). En tendens i forskningen på disse problemene er å fokusere på studentenes opplevelser og glemme hvordan disse henger sammen med hvordan læringsmiljøene og strukturene universitetene tilbyr, er bygget opp (Johansson & Larsson 2023).

I dette bidraget presenterer vi foreløpige resultater fra en spørreundersøkelse blant fysikkstudenter i Norge, Sverige og Danmark som undersøker hva som gjør at studentene føler de passer inn i studiene sine. Med dette ønsker vi å diskutere hvordan studentenes opplevelser kan forstås som et resultat av generelle forventninger om fysikkfaget og av de læringsmiljøene universitetene tilbyr.

2 Data og analyse

Dette bidraget presenterer resultater fra to åpne spørsmål, som er en del av en større spørreundersøkelse med både åpne og lukkede spørsmål utviklet i samarbeid mellom forskere fra Norge, Sverige og Danmark. Formålet er å undersøke studentenes identitet, mestring og motivasjon for faget. Totalt har 430 førsteårsstudenter fra fysikkstudieprogrammer ved seks universiteter i de tre landene deltatt (Københavns universitet (KU), Danmarks Tekniske Universitet (DTU), Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Universitetet i Oslo (UiO), Göteborgs universitet (GU), og Chalmers tekniska högskola (Chalmers)). Undersøkelsen ble gjennomført på de lokale språkene høsten 2024 og administrert via den nettbaserte skjemaløsningen Nettskjema, som oppfyller personvernkrav for anonymisert datainnsamling (Nettskjema, 2024). De to spørsmålene som inngår i dette bidraget, er: *Hva er det som først og fremst gjør at du føler at fysikk passer for deg eller ikke?* og *Er det noe angående din opplevelse av studiet og din studiehverdag som du ønsker å utdype?*

Studenter fra alle seks universiteter har bidratt med data, og totalt er mer enn ti fysikkstudieprogrammer representert. En betydelig andel av studentene valgte å gi utdypende svar på de åpne spørsmålene. Dataene ble analysert med tematisk analyse (Braun & Clarke, 2022). Først gjorde vi oss kjent med dataene og gjennomførte hver for oss en innledende åpen koding, hvor de første kodene ble generert. I neste fase sammenliknet vi våre koder og gjennom diskusjon oppnådde vi en dypere forståelse av dataene. Deretter konstruerte vi fem temaer, som beskrives i neste avsnitt. Temaene belyses ved hjelp av studentsitater.

3 Resultater

Når vi spør studentene; hva er det som gjør at du føler at fysikk passer for deg eller ikke, ber vi dem ta stilling til *om* fysikk passer for dem, og begrunne hvorfor. Dette betyr at de

må forholde seg til normer for å passe inn i fysikk. Selv om svarene er korte, gir de et godt innblikk i hva studentene spontant oppfatter som gjeldende norm for å passe inn.

De fleste studentene valgte å svare positivt, altså om hvorfor fysikk passer for dem. Som undervisere og forskere i fysikkdidaktikk kjenner vi igjen forklaringene, som også stemmer overens med det tidligere litteratur har identifisert som “legitime valgfortellinger” for fysikkstudenter (Johansson et. al 2023).

3.1 Nysgjerrighet, interesse og talent: “Jeg er bare vildt interessert i det”

Mange studenter uttrykker at de passer inn på fysikkstudiet fordi de er nysgjerrige, interesserer seg for fysikk og har et ønske om å forstå verden:

Jeg har alltid vært fascinert av verden rundt meg og stilt spørsmål om hvorfor ting er som de er. Matematikk og fysikk har naturlig vært interesseområder for meg og jeg føler at de jeg går sammen med på studiet ligner meg selv på disse områdene. (NTNU)

Noen studenter uttrykker også tvil om de er nysgjerrige nok: “Det känns dock som att jag inte är tillräckligt nyfiken på fysik utanför mina studier när jag jämför med mina klasskamrater.” (Chalmers). Det er godt dokumentert i tidligere forskning at nysgjerrighet og sterk interesse for faget er viktig som motivasjon for valget av fysikk. Spesielt kan fortellingen om “alltid å ha vært interessert” fungere som en måte å legitimere utdanningsvalget og en fysikkidentitet på (Johansson et al., 2023).

Mange studenter nevner talent eller ferdigheter som avgjørende for om fysikk passer for dem. Det handler om å være god i matematikk, logisk tenkende, intelligent eller rett og slett god i fysikk:

Føler det typisk er folk med veldig høy iq som mestrer faget, jeg føler meg helt vanlig. (NTNU)

Jag har visat talang för fysik och matematik i skolan. Dock har jag inget jättestort fritidsintresse kopplat till matematik och fysik. (Chalmers)

I flere av disse sitatene kan vi se hvordan studentene forholder seg til dels ambivalent til en forventet norm, som for eksempel å være så intelligent, som er det typiske, eller talentfull, men samtidig kanskje ikke interessert nok.

3.2 Å dra nytte av fysikken: “Jeg ved slet ikke, hvad jeg skal bruge faget til jobmæssigt”

Sammenlignet med nysgjerrighet, interesse og talent, er det få studenter som oppgir et ønske om å bruke fysikk til å forandre verden eller som har en karriere innen fysikk som mål: “Jeg elsker planetfysik, gravitation og raketfysik. Jeg læser på en fysikuddannelse med aspiration om at arbejde et sted i Rumindustrien, og det kræver fysik på højt niveau” (DTU). Det er også studenter som uttrykker usikkerhet rundt hva de skal bruke fysikk til, noe som blir sett på som en mulig årsak til at fysikk ikke passer for dem:

Jeg synes, det er spændende - ergo må det vel også passe til mig. På trods af at

jeg klarer mig rigtig godt, føler jeg mig dog ikke som en typisk fysikstuderende, der nok er mere nørdet, end jeg er. Og jeg ved slet ikke, hvad jeg skal bruge faget til jobmæssigt. (KU)

Selv om tidligere forskning fremhever studenters ønske om å forandre verden som en framvoksende tendens (Bøe & Henriksen, 2013; Johansson et al., 2023), ser vi bare få studenter som skriver om å anvende fysikken til å forbedre eller forandre verden i de åpne spørsmålene.

3.3 Å løse problemer, hvor “det hele går op” og få et klart svar

Mange studenter nevner gleden ved å løse problemer. Som en student uttrykker det: “Jeg liker å kunne anvende teorien til å kunne løse problemer” (NTNU). Ofte er det ønsket om å finne et entydig svar som motiverer, slik en annen student forklarer: “Jeg kan godt lide at løse problemstillinger hvor man kommer frem til et konkret svar, som ikke er subjektivt” (KU). At fysikkstudenter i større grad enn andre setter pris på det de oppfatter som objektiv, vitenskapelig kunnskap, er tidligere beskrevet (Kjelsberg, 2024).

Det er ikke bare de konkrete svarene som gjør at studenter føler de hører til, men også selve tankeprosessen: “Man skal gjøre sig mange overvejelser omkring metode og man skal være systematisk i sin fremgang” (DTU). En annen student beskriver det estetiske aspektet ved fysikk: “Fysik tilfredsstiller min kærlighed til, at ‘det hele går op’. Jeg er desuden enormt perfektionistisk. Fag som fysik og matematik gør, at jeg kan nå et punkt, hvor jeg føler, det, jeg har gjort, er perfekt” (KU). En oplevelse studenten ikke har hatt med andre fag.

3.4 En utfordrende utdanning: “Utmanande kurs, därmed kul”

Mange fysikkstudenter setter pris på utfordringer, selv om de oppleves som krevende. Som en student uttrykker det:

Jeg har perioder hvor jeg synes det er meget svært at forstå stoffet, og derfor godt kunne ønske at jeg havde valgt noget nemmere, men jeg er her heller ikke for at lave noget nemt. Jeg er her fordi, selvom det er svært synes jeg det er både sjovt og interessant. (DTU)

Flere beskriver en dyp tilfredsstillelse når de endelig forstår noe vanskelig: “Jeg elsker ‘aha’ opplevelsen i emnet da jeg endelig forstår et tema vi lærer om ... jeg synes også det er gøy å sitte å gruble på oppgaver” (UiO). En student skriver kort: “Utmanande kurs, därmed kul” (Chalmers).

Samtidig er det mange som opplever studiet som svært krevende, både faglig og tidsmessig. Flere studenter beskriver hvor mye arbeid som kreves, og hvordan det kan være vanskelig å balansere studiet med et sosialt liv: “Har ikke tid til annet enn å studere (som å være sosial). Rekker ikke en gang å lage mat eller sove fordi jeg må bruke så mye tid på studiet, og likevel stryker jeg nesten.” (UiO). Andre studenter føler seg usikre på om de hører hjemme på studiet, på grunn av det høye faglige nivået og et høyt tempo.

3.5 Sosialt fellesskap på fysikkutdanning, “sammenholdet hjelper.”

Mange studenter nevner at det sosiale miljøet spiller en avgjørende rolle for både trivsel og faglig utvikling. “Følelsen, når en oppgave går fra frustration til, når jeg lige pludselig forstår det. Og jeg har venner, der hjelper igennem.” (KU). Samholdet blir ofte nevnt som en stor fordel: “Jeg er ekstrem glad for sammenholdet på studiet, og folk er så hjelpsomme, hvilket nok er en af de større grunden til jeg stadig er her” (KU). Likevel nevnes det av noen få, at det ønskes enda mer fokus på felles oppgaveløsning: “Jeg skulle ønske det var mer kultur for å løse oppgaver i lag, og ikke kun jobbe alene i rom med flere” (NTNU). Det finnes også studenter som foretrekker å jobbe alene.

Noen få studenter skriver at studiet oppleves som inkluderende: “Her er det ikke en personlighetstype som passer inn. Du finner alle typer personligheter i [fysikkutdanning].” (NTNU). Samtidig reflekterer en annen student over at vedkommende skiller seg ut fra den typiske studenten:

Jeg føler ikke jeg passer helt inn med stereotypen av de som studerer fysikk. Jeg elsker fashion, er veldig utadvent og liker å snakke om ting som ikke bare er nærdete. Det er alt for få jenter og de jentene som er her er ikke de jeg normalt sett henger med. (NTNU)

4 Diskusjon

Når vi har spurt studentene hva det er som gjør fysikk passer for deg, får vi både informasjon om hva studentene oppfatter det vil si å passe inn og hvordan de personlig forholder seg til normen. Studentenes svar er i tråd med tidligere forskning, som har vist at talent, interesse, nysgjerrighet og en verdsettelse av faglige utfordringer er vanlige forklaringer av studenters valg av fysikk, mens mer praktiske overveielser er mindre vanlig i denne gruppen av studenter. Spørsmålet er hvordan vi som undervisere forholder oss til denne studentgruppen, om vi ser problemer med disse holdningene, og i hvilken grad vi selv er med på å skape dem.

Problemstillingene vi ønsker å diskutere er:

- Hvordan påvirker antakelsen om at man må være intelligent for å studere fysikk, og i hvilken grad blir studentenes interesse utnyttet i læringsaktivitetene?
- Hvordan påvirker studentenes holdninger og forventninger til studiet læringsmiljøene ved universitetene? Finnes det lignende holdninger og forventninger i andre utdanninger?
- Hvilke tiltak kan vi som undervisere gjøre for å forbedre læringsmiljøet, slik at det bedre møter ulike studenters behov?

Takk til

Vi ønsker å takke alle studenter som har deltatt i spørreundersøkelsen, samt faglærerne fra de seks universiteter som har vært til stor hjelp. Vi vil også takke alle som er involvert i samarbeidet: Berit Bungum, Maria Vetleseter Bøe, Magnus Strøm Kahrs, og Lars Ulriksen.

Referanser

- American Physical Society. (2018). *Percentage of women in physics*. American Physical Society. <https://www.aps.org/programs/education/statistics/womenphysics.cfm>
- Braun, V., & Clarke, V. (2022). *Thematic analysis: a practical guide*. Sage.
- Bøe, M. V., & Henriksen, E. K. (2013). Love it or leave it: Norwegian students' motivations and expectations for postcompulsory physics. *Science Education*, 97(4), 550–573. <https://doi.org/10/f42pp9>
- Gonsalves, A. J., & Danielsson, A. T. (2020). *Physics education and gender: Identity as an analytic lens for research*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-41933-2>
- Hasse, C., & Sinding, A. B. (2012). The Cultural Context of Science Education. In *Science Education Research and Practice in Europe* (pp. 237–252). Brill.
- Johansson, A., & Larsson, J. (2023). Identity perspectives in research on university physics education: What is the problem represented to be? In H. T. Holmegaard & L. Archer (Editors), *Science Identities: Theory, method and research* (pp. 163–184). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17642-5_8
- Johansson, A., Nyström, A.-S., Gonsalves, A. J., & Danielsson, A. T. (2023). Performing legitimate choice narratives in physics: possibilities for under-represented physics students. *Cultural Studies of Science Education*, 18(4), 1255–1283. <https://doi.org/10.1007/s11422-023-10201-3>
- Kjelsberg, R. (2024). Skepticism and physics: epistemic beliefs of Norwegian physics students compared with other student groups. *Discover Education*, 3(1), 78. <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00153-3>
- Nettskjema, 2024. Hentet fra: <https://nettskjema.no/>

Presentation

Using 3D models to increase students' engagement in geoscience teaching

Johanna Anjar¹, Andreas Falck², Endre Før Gjermundsen³, Alastair C. Goodship¹, Julie Guttormsen⁴, Oliver Wøbbe Kristensen¹

¹ Department of Natural Sciences and Environmental Health, University of South-Eastern Norway, Norway

² Department of Special Needs Education, University of Oslo, Norway

³ Department of Economics and IT, University of South-Eastern Norway, Norway

⁴ Department of Mathematics and Science Education, University of South-Eastern Norway, Norway

Summary: In recent years, the use of virtual 3D models and full virtual excursions has become increasingly common in geoscience education. The integration of LiDAR sensors in the latest iPhone and iPad PRO models, along with the development of apps like Scaniverse that utilize these sensors, has simplified the creation of 3D models of geological features, making the process faster, easier, and more cost-effective. This study examines the impact of these models on student engagement and short-term memory recall. Our findings indicate a clear positive effect on student engagement and perceived learning, although no significant impact on short-term memory recall was observed.

Key words: 3D, virtual, geology, Scaniverse

1 Introduction

Fieldwork is often a key part of geoscience education but comes with logistical, financial, climatic, and accessibility challenges. To address these issues, various virtual alternatives have been developed to replace or complement fieldwork (e.g. Hurst 1998, Senger et al. 2020, Betlem et al. 2023). However, creating effective virtual alternatives

has generally been expensive, time-consuming, and required advanced technical knowledge.

With the integration of LiDAR sensors in iPhone 12 and later models, and the development of apps such as Scaniverse that utilize these features, it has become much easier to create high-quality 3D models of small outcrops (Luetzenburg et al., 2021). These models can be integrated into lectures or exercises, used as field documentation, or combined into virtual field courses.

In this pilot study, we tested the effects of such 3D models on student engagement and short-term memory recall.

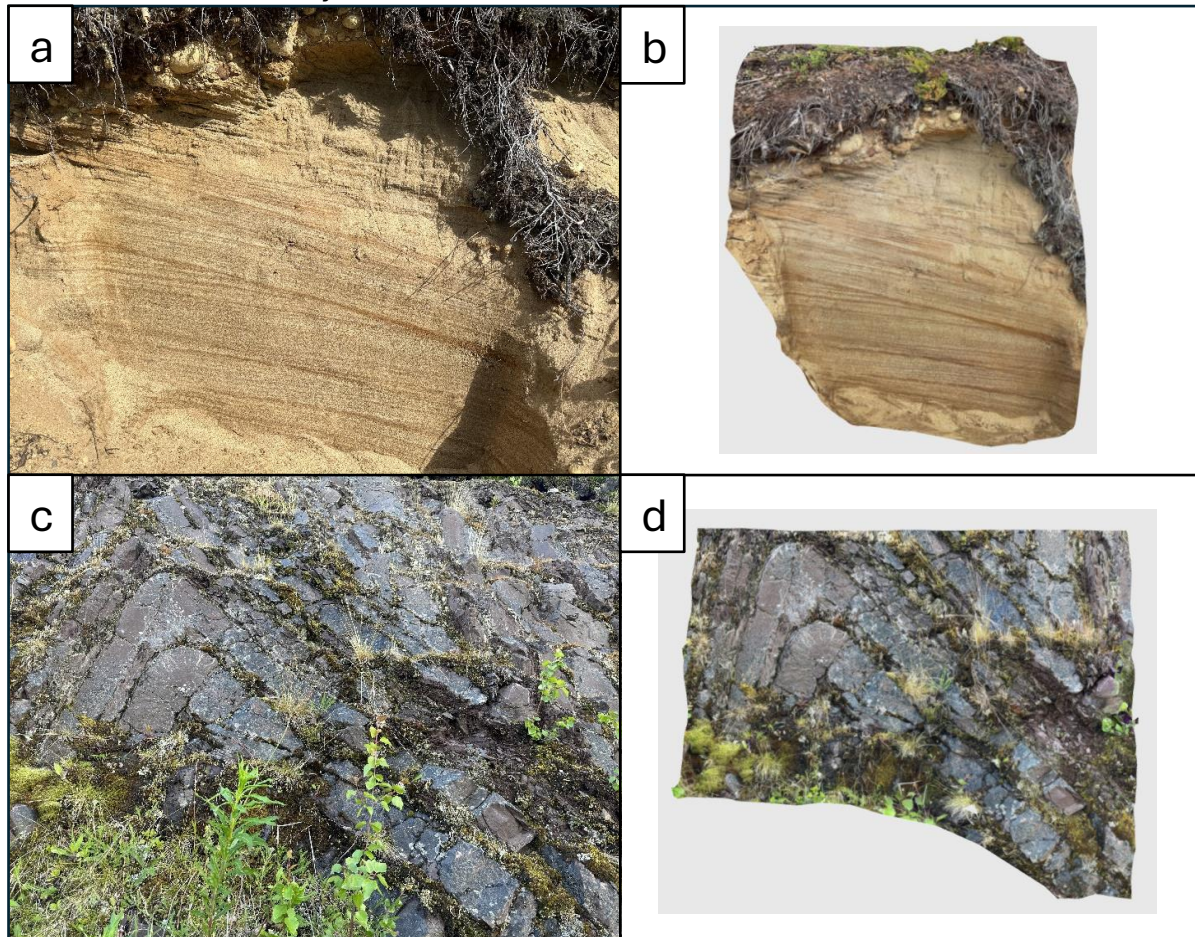


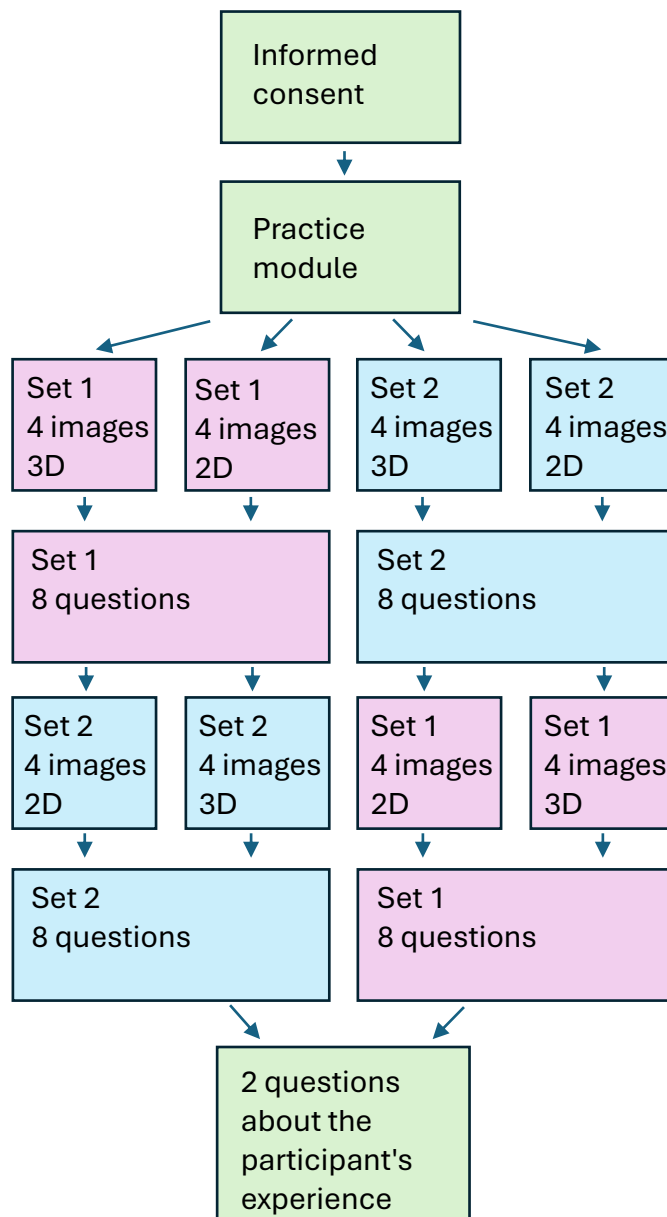
Figure 1. Examples of the images used in the experiment. A and b show the same sediment section in 2D (a) and 3D (b). C and d show the same fold in 2D (c) and 3D (b). The 3D images can be seen in 3D at <https://skfb.ly/ptUVn> (b) and <https://skfb.ly/ptUVr> (d).

2 Methods

2.1 Creation of the 3D models

The 3D models were created using an iPhone 14 PRO and the Scaniverse app. These allow for a fast and user-friendly way to create realistic 3D models. In addition, a normal 2D photo was taken of each feature to act as a comparison.

2.2 Experimental setup



Thirty-nine students enrolled in an introductory geology course participated in the experiment. The participants were presented with two sets of four images depicting geological features: one set in 3D and the other in 2D. After viewing each set, the students answered eight questions related to the images. Some questions referred directly to the visual content, while others required related information, such as the name of the feature, which was displayed alongside the image. None of the questions required an understanding of the 3D properties of the features. Once the students began answering the questions, they could not revisit the images. The primary aim of the questions was to assess any differences in short-term recall based on whether the images were viewed in 2D or 3D. No personal data was collected during the experiment. Refer to Figure 2 for a visualization of the experimental setup.

Figure 2. Experimental set up. To balance the experiment four different variations were used.

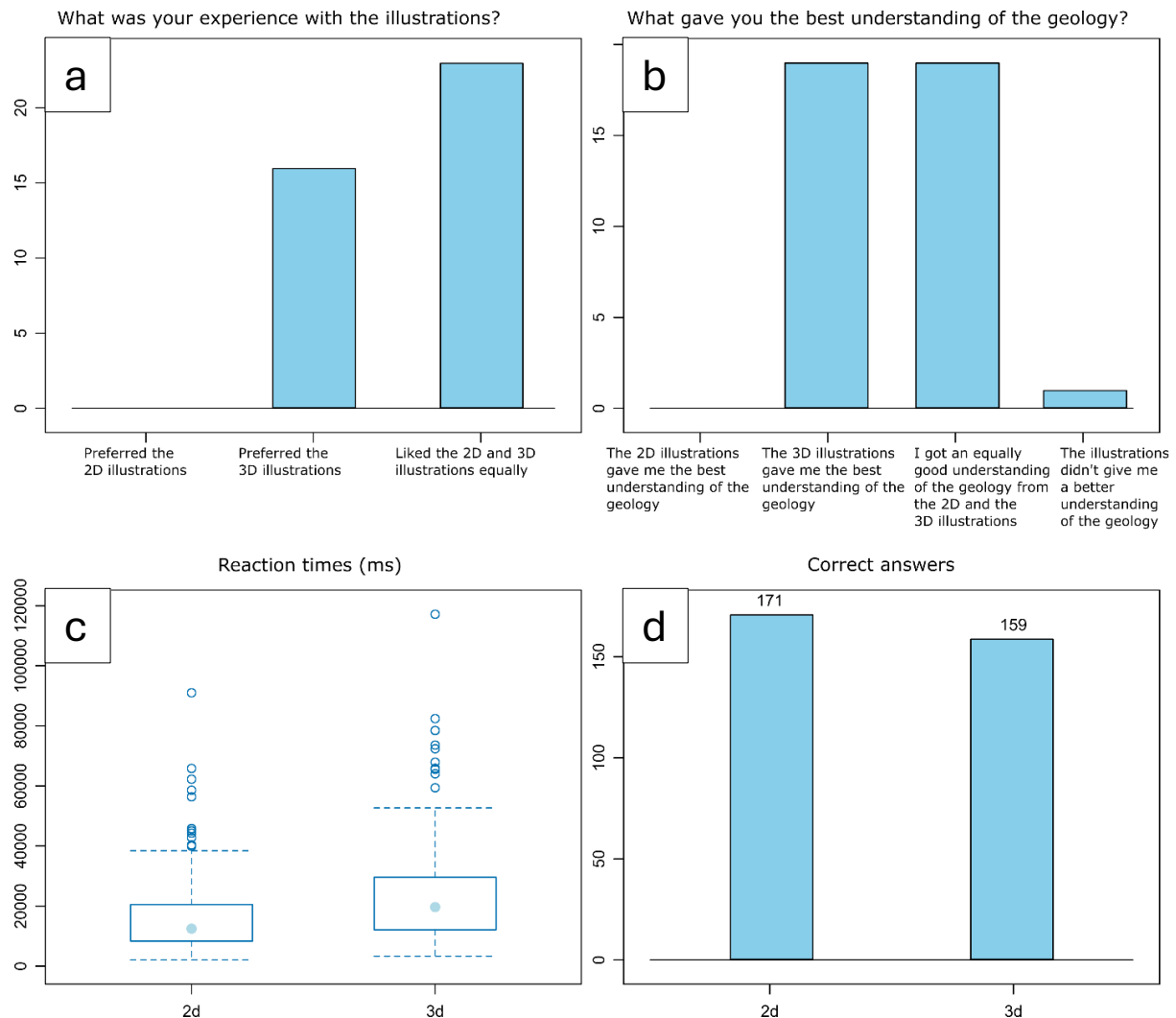


Figure 3. Experiment results. A and b are the result of questions regarding the students' preferences and perceived learning, c, shows the time spent on each 2D and 3D image, d is the number of correct answers associated with 2D vs 3D images. Note that the experiment was balanced so that the total number of questions in each category is the same.

3 Results

All our measures of student engagement favoured the 3D models. When asked, students either preferred the 3D models ($n=16$) or liked both the 2D and 3D illustrations equally ($n=23$); no one preferred the 2D illustrations (Figure 3a). When asked which illustrations they thought gave them the best understanding of the geology, 19 students chose the 3D models, while another 19 believed that both the 2D and 3D models offered equal understanding; no one felt they learned more from the 2D illustrations (Figure 3b).

Analysing reaction times, i.e. the time students spent on each image, we found that they spent significantly more time on the 3D illustrations, averaging 24.8 seconds, compared to 16.6 seconds on the 2D illustrations (Figure 3c). However, when examining the results of the associated geology questions, we observed no significant difference

between the questions linked to 2D illustrations and those linked to 3D illustrations. If anything, students performed slightly worse on the questions related to the 3D images (Figure 3d).

4 Discussion

Our experiment shows that 3D illustrations are effective in engaging students with the material, but that this engagement does not necessarily translate into increased learning. However, this does not imply that 3D models can never enhance learning. In our pilot study we designed the experiment so that neither the 2D nor the 3D images had any inherent advantages related to the questions asked. Any differences in responses would then stem from variations in short-term memory recall based on student engagement with the material. As shown in Figure 3c, no such effect was observed.

If the 3D models are used to demonstrate aspects that are easier to interpret in 3D, or to provide a more realistic or engaging demonstration, the result may well be different. For instance, Bond and Cawood (2021) found improved 3D thinking when students were shown a virtual 3D model of a fold.

5 Conclusions

- Using the Scaniverse app and the LiDAR sensor built into the newer iPhone PRO models is a fast and easy way to generate realistic 3D models of geological features that can be used in lectures, exercises, or as field documentation.
- The 3D models had a clear positive effect on student engagement. The students preferred them to the 2D imagery, thought they learnt more, and spent more time on them.
- However, we found no improvement in how well the students recalled information connected to the 3D imagery compared to the 2D imagery.
- We conclude that these models are great for engaging students or to make an exercise more realistic, but that they are not in themselves enough to improve learning.

Acknowledgements

This study was supported by the University of South-Eastern Norway.

References

- Betlem, P., Rodés, N., Birchall, T., Dahlin, A., Smyrak-Sikora, A., & Senger, K., 2023, Svalbox Digital Model Database: A geoscientific window into the High Arctic: *Geosphere*, v. 19, no. 6, p. 1640–1666, <https://doi.org/10.1130/GES02606.1>.
- Bond, C. E. and Cawood, A. J. 2021, A role for virtual outcrop models in blended learning – improved 3D thinking and positive perceptions of learning, *Geosci. Commun.*, 4, 233–244, <https://doi.org/10.5194/gc-4-233-2021>,
- Hurst, S. D. 1998, Use of “virtual” field trips in teaching introductory geology, *Computers & Geosciences* 24, p. 653–658, [https://doi.org/10.1016/S0098-3004\(98\)00043-0](https://doi.org/10.1016/S0098-3004(98)00043-0).
- Luetzenburg, G., Kroon, A. & Bjørk, A.A. 2021, Evaluation of the Apple iPhone 12 Pro LiDAR for an Application in Geosciences. *Sci Rep* 11, 22221. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01763-9>
- Senger, K., Betlem, P., Birchall, T., Buckley, S. J., Coakley, B., Eide, C. H., Flaig, P.P., Forien, M., Galland, O., Gonzaga Jr., L., Jensen, M., Kurz, T., Lecomte, I., Mair, K., Malm, R. H., Mulrooney, M., Naumann, N., Nordmo, I., Nolde, N., Ogata, K., Rabbel, o., Schaaf, N. W. & Smyrak-Sikora, A. (2020). Using digital outcrops to make the high Arctic more accessible through the Svalbox database. *Journal of Geoscience Education*, 69(2), 123–137. <https://doi.org/10.1080/10899995.2020.1813865>.

Presentasjon

Muntlig eksamen i organisk kjemi – en tidseffektiv vurderingsform?

Maarten T. P. Beerepoot, Annette Bayer, Jørn H. Hansen, J. Aleksi Kosonen og Marius Haugland-Grange

Institutt for kjemi, Fakultet for naturvitenskap og teknologi, UiT Norges arktiske universitet, Norge

Sammendrag: Muntlig eksamen er en effektiv metode for å vurdere studentenes helhetlige kompetanse. I et emne som organisk kjemi gir en muntlig eksamen studentene mulighet til å bruke kunnskaper og ferdigheter i samspill for å vise problemløsningsferdighetene som kreves i faget. Muntlig eksamen har også en rekke andre fordeler, men anses ofte som tidskrevende. Vi har endret eksamensform i innføringsemnet organisk kjemi fra en skriftlig eksamen til en muntlig eksamen på 25 minutter. I dette bidraget undersøker vi hvilken eksamensform er mest tidseffektiv i gjennomføringen, og hvordan dette påvirkes av antall studenter. Vi kartlegger tidsbruk før, under og etter eksamenen og fokuserer på aspektene som er mest ulike for skriftlig og muntlig eksamen: forarbeid for faglærer, tidsbruk under eksamen, samt etterarbeid i form av sensur. Vi finner at en muntlig eksamen er *mindre* tidskrevende å gjennomføre, uansett antall studenter. Hvilken eksamensform som er mest tidseffektiv avhenger av ulike aspekter knyttet til gjennomføringen, som for eksempel sensorordning, varighet på eksamen og sensurtid. Vårt bidrag danner grunnlag for diskusjon om muntlig eksamen som vurderingsform, samt om hvilke aspekter som er relevant for å vurdere hva som er den «mest egnede» eksamensformen i et emne.

Nøkkelord:

Organisk kjemi, vurdering, muntlig eksamen, kompetanse, tidsbruk

1 Bakgrunn

Organisk kjemi er et fag som inngår i flere realfaglige studieprogram med biologisk eller kjemisk innretning. Ved UiT Norges arktiske universitet har grunnemnet i organisk kjemi siden 2019 gjennomgått et systematisk utviklingsarbeid med fokus på læringsfremmende undervisnings- og vurderingsformer. Forelesninger og seminarundervisning har blitt erstattet med en undervisningstilnærming basert på omvendt klasserom (*flipped classroom*, Abeysekera & Dawson, 2014): studentene forbereder seg til undervisningen med blant annet videoforelesninger og den fysiske undervisningen er basert på aktiv samarbeidslæring rundt oppgaver (Hansen et al., 2023). Fagstoffet er strukturert etter en mekanistisk tilnærming til faget (Flynn & Ogilvie, 2015). Fokuset i emnet skifter i løpet av semesteret fra grunnleggende kunnskaper og ferdigheter til helhetlig forståelse av reaksjonsmekanismer. Dette reflekteres i de ukentlige arbeidskravene med automatisk rettede kumulative tester tidlig i semesteret og manuelt rettede innleveringer senere (Beerepoot et al., 2024). Studentene har også tilgang til digitale øvelsestester som er utviklet for å støtte studentenes selvregulerte læring. Spørsmålsbankene som er grunnlaget for slike øvelsestester og kumulative tester er knyttet til spesifikke læringsmål. Det kan påpekes at et slikt vurderingsopplegg fokuserer på isolerte læringsmål framfor helhetlig læringsutbytte. I eksamenen i generell kjemi ved UiT – som alle studenter i organisk kjemi har gått gjennom – har vi nettopp valgt å vurdere en lang rekke isolerte læringsmål (kunnskap og ferdigheter) som studenten trenger i videre studier i kjemi og andre realfag (Beerepoot & Kosonen, 2024). I emnet KJE-1002 Organisk kjemi har vi derimot ønsket en eksamensform som vektlegger i mye større grad den totale kompetansen som studentene skal sitte igjen med etter emnet.

Kompetanse kan defineres på ulike måter og kan forstås ulikt avhengig av konteksten. Kunnskapsdepartementet definerer kompetansen som «evnen til å løse oppgaver og mestre utfordringer i konkrete situasjoner. Kompetanse inkluderer en persons kunnskap, ferdigheter og holdninger og hvordan disse brukes i samspill.» (Meld. St. (2015-2016), s. 3). *Samspillet* mellom de isolerte læringsmålene er et sentralt ord for å forklare hvordan læringsutbyttebeskrivelsen som helhet bidrar til å oppnå problemløsningsferdighetene som kreves både i faget organisk kjemi og mer generelt i videre studier og arbeidslivet. Dette uttrykkes også i læringsmålene for organisk kjemi ved at studentene skal kunne *anvende sine kunnskaper og ferdigheter på problemstillinger i kjemi, biokjemi og medisinske fag*. Dette krever at studentene setter kunnskaper og ferdigheter sammen til å løse nye problemstillinger.

I 2020 ble eksamensformen i emnet endret fra en seks timers skriftlig eksamen til en muntlig eksamen, med gode erfaringer og resultater (Hansen et al., 2023). En muntlig eksamen kan ha en rekke fordeler over en mer tradisjonell eksamensform som en skriftlig eksamen: den bidrar til utvikling av muntlige kommunikasjonsferdigheter, er godt egnet til å vurdere forståelse, står nærmere vurderingsformer som også er i bruk etter studiene (autentisk vurdering), er mer inklusiv for ulike studentgrupper som for eksempel studenter med dysleksi, og har ingen utfordringer med plagiat siden studentene er nødt til å forklare med sine egne ord (Huxham et al., 2012).

Selv om muntlig eksamen ikke er særlig mye brukt i kjemiemner på universitets- og høgskolenivå, har bruken blitt dokumentert i litteraturen for emner som generell kjemi (Roecker, 2007), organisk kjemi (Dicks et al., 2012), spektroskopi (Salmon et al., 2024),

uorganisk kjemi (Roecker, 2007), biokjemi (Kamber, 2020) og fysikalsk kjemi (Gardner & Giordano, 2023). Det handler i de fleste tilfeller om deksamener som teller 10-15% av den totale karakteren for emnet (Dicks et al., 2012; Kamber, 2020; Roecker, 2007). Noen av begrunnelsene for valg av muntlig eksamen i kjemi vektlegger at eksamensformen er særlig godt egnet til å vurdere forståelse (Dicks et al., 2012; Kamber, 2020; Roecker, 2007), og at det er bra med 1:1 kontakt mellom faglærer og student (Dicks et al., 2012; Kamber, 2020).

Ramlo et al. (2025) har undersøkt kjemistudentenes holdninger etter deltagelse i en muntlig eksamen og fant at det er to ulike perspektiver blant studentene. Noen studenter føler seg trygge i forberedelsene, under og etter eksamenen. Andre studenter er redd og usikker i forberedelsen, misliker selve eksamenen og ønsker ikke flere muntlige eksamener. Studentperspektiver i andre artikler tyder på at mange studenter synes en muntlig eksamen er stressende (Dicks et al., 2012; Gardner & Giordano, 2023; Huxham et al., 2012; Roecker, 2007), men også lærerik i forberedelse og gjennomføringen (Dicks et al., 2012).

Tidsbruk ved gjennomføring av en muntlig eksamen er noe som flere forfattere kommenterer, men de færreste undersøker dette systematisk. Det virker som at flere antar at en muntlig eksamen er mer tidskrevende å gjennomføre enn en skriftlig eksamen. I så fall er valg av eksamensform en balanse mellom kvalitet av tidsbruk: «Although more time intensive than written exams, even short oral exams offer a substantial benefit for both students and teachers» (Theobald, 2021, s. 157). Dicks et al. (2012) understreker derimot at «oral examinations simply use faculty resources differently than other forms of evaluation» (s. 1509). Et tredje perspektiv kan være at en muntlig eksamen er mindre tidskrevende under et visst antall studenter (Harlap et al., 2022). Om dette stemmer – og hvor mange studenter det i så fall er snakk om – er noe vi ønsker å undersøke nærmere med utgangspunkt i et emne i organisk kjemi. Dette leder oss til følgende forskningsspørsmål:

Hvilken eksamensform (skriftlig eller muntlig eksamen) er mest tidseffektiv, og hvordan påvirkes dette av antall studenter?

2 Metode

For å svare på forskningsspørsmålet på en etterrettelig måte er det viktig å beskrive akkurat hvilke eksamensformer som sammenlignes. Svaret på forskningsspørsmålet avhenger i stor grad av spesifikke aspekter av gjennomføringen som for eksempel eksamensvarighet og sensurordning. Svaret vil også avhenge av ulike antagelser og forenklinger. Derfor beskriver vi i denne seksjonen relevante aspekter av eksamenene som sammenlignes, samt valg, antagelser og forenklinger som vi gjør i vår analyse.

Vi velger her å sammenligne tidsbruk for den nåværende eksamensformen (muntlig eksamen) og forrige eksamensformen (skriftlig skoleeksamen) i emnet KJE-1002 Organisk kjemi ved UiT Norges arktiske universitet. I begge tilfeller teller eksamenen som 100% av karakteren (A–F).

Siste gang en skriftlig eksamen var i bruk i innføringsemnet i organisk kjemi ved UiT var våren 2019. Eksamensvarighet var seks timer. Faglæreren laget en ny eksamen for hver gjennomføring (ordinær og kontinuasjonseksamen), eventuelt med bidrag fra en ekstern

sensor i kvalitetssikringen. En intern og en ekstern sensor vurderte alle besvarelser, og det ble holdt et sensormøte på cirka én time etter sensur. I vår analyse tar vi likevel utgangspunkt i en firetimers eksamen, siden de fleste emner i organisk kjemi i Norge ser ut til å ha en skriftlig eksamen på cirka fire timer som (del av) den summative vurderingen.

Den nåværende muntlige eksamenen varer 25 minutter per kandidat. Eksamensoppgavene gjenbrukes fra år til år, eventuelt med mindre justeringer i dialog med den eksterne sensoren. Studentene velger eksamensdag gjennom en digital løsning i læringsplattformen, mens faglæreren fastsetter nøyaktig eksamenstidspunkt. To sensorer, vanligvis én intern og én ekstern, er til stede. Rett etter eksamenen har sensorene en kort samtale på cirka 5 minutter, slik at tidsbruk per student er 30 minutter.

I planlegging og gjennomføring av eksamener bidrar faglærer, intern sensor (som regel samme person), ekstern sensor og lokal studieadministrasjon. Ved skriftlig eksamen bidrar i tillegg sentraladministrasjonen med kollisjonssikring av eksamensdagene, eksamensvakter (ordinære-, tekniske- og bakvakter) og individuell tilrettelegging. Vi velger i vår analyse å fokusere på tidsbruk av vitenskapelig ansatte og på aspekter som er mest forskjellige mellom en muntlig og skriftlig eksamen: forarbeid for faglæreren *før* eksamenen, tidsbruk for sensorer *under* eksamen, samt sensurtid *etter* eksamenen. Vi utelater tidsbruk for lokal studieadministrasjon, behandling av begrunnelser og klager, samt sensurmøter. Vi antar at forskjellene her er relativt små mellom muntlig og skriftlig eksamen. Vi holder også eventuelle prøveeksamener og kontinuasjonseksamener ute fra analysen. Ved vårt fakultet er honorar for ekstern sensur 45 minutter per besvarelse for en skriftlig eksamen på inntil fire timer på bachelornivå, mens honorar for muntlig eksamen regnes ut fra faktisk tidsbruk. Vi regner likevel med et estimat på faktisk tidsbruk, som er 30 minutter per besvarelse for både intern og ekstern sensor.

I neste seksjon presenterer vi et estimat på tidsbruken. Vi skiller mellom tidsbruk som skalerer med antall studenter og tidsbruk som ikke gjør det. Videre tar vi utgangspunkt i at faglæreren har erfaring fra før med akkurat denne eksamensformen i akkurat dette emnet. Med andre ord utelater vi ekstra tidsbruk ved omlegging av eksamensformen eller bytte av emneleder.

3 Resultater og diskusjon

Vi presenterer resultatene i Tabell 1.

Tabell 1: Estimert tidsbruk for en muntlig og skriftlig eksamen i organisk kjemi. Estimatenes er basert på egne erfaringer.

	Muntlig eksamen	Skriftlig eksamen
Tidsbruk uavhengig av antall studenter	Forarbeid faglærer, f.eks. justere og kvalitetssikre eksamen, lage tidsskjema. Totalt 8 timer	Forarbeid faglærer, f.eks. lage eksamen og sensorveiledning Totalt 40 timer
Tidsbruk per ekstra student	Muntlig eksamen på 30 minutter (to sensorer) Totalt 60 minutter per student	Sensur 30 minutter per besvarelse (to sensorer) Totalt 60 minutter per student

Resultatene fra vår analyse (Tabell 1) viser at en skriftlig eksamen i organisk kjemi er mer tidskrevende å gjennomføre enn en muntlig eksamen, uansett antall studenter. Resultatene avhenger av valgene vi har tatt i sammenligningen (Seksjon 2). Det er flere aspekter som vil gjøre en muntlig eksamen enda mer tidseffektiv i forhold til en skriftlig eksamen: begrunnelsene gis muntlig innenfor tidsrammen som er satt for kandidaten, studentene kan ikke klage på eksamensresultatet for en muntlig eksamen, og tidsbruk for en eventuell kontinuasjonseksamen er også betydelig lavere da oppgavene i stor grad kan gjenbrukes. I tillegg kommer den betydelige ressursbruken for eksamensvakter under en skriftlig eksamen, som vi her har valgt å ikke ta med på lik linje med tidsbruk til vitenskapelig ansatte.

Harlap et al. (2022) har gjort en lignende analyse med fokus på antall sensorer som deltar i vurdering. Basert på deres tall finner de at en muntlig eksamen er mindre tidskrevende inntil et visst antall studenter. De estimerer at skjæringspunktet ligger ved 47 studenter dersom én sensor deltar i vurdering av en skriftlig eksamen og ved 81 studenter dersom to sensorer utfører vurderingen. Antagelsen i sammenligningen er at det uansett er to sensorer som deltar i vurdering av en muntlig eksamen. Den avgjørende forskjellen med vår analyse er at de regner 15 minutter per besvarelse for sensur av en skriftlig eksamen, mens vi regner med (minst) 30 minutter basert på erfaringen fra intern og ekstern sensor. Det er godt mulig at fagforskjeller spiller inn her, som viser at det er vanskelig å generalisere resultatene fra en analyse basert på erfaringer fra et spesifikt emne.

Vår analyse baserer seg på en sammenligning av en gjenbrukbar muntlig eksamen og en ikke-gjenbrukbar skriftlig eksamen. En annen mulig eksamensform er en gjenbrukbar digital eksamen (Beerepoot & Kosonen, 2024). Den skalerer ikke med antall studenter og er uansett den minst ressurskrevende eksamensformen når man ser bort fra utviklingsarbeidet. En slik eksamen passer imidlertid ikke alle emner. Tidsbruken for en skriftlig eksamen kan også reduseres ved å endre sensurordning. Noen ganger kan det gi mening at en ekstern sensor heller deltar i utforming av eksamen og sensorveiledning, eller i sensur av kun et utvalg av besvarelser. Til slutt kan sensur til både skriftlig og muntlig eksamen forenkles ved å bruke bestått / ikke bestått framfor karakter (A–F).

4 Diskusjonsspørsmål

Vår undersøkelse om tidseffektivitet i kontekst av ett spesifikt emne danner grunnlag for flere diskusjonsspørsmål som har relevans for vurdering i MNT-fagene generelt. For eksempel:

1. Hvordan kan vi organisere en muntlig eksamen på en tidseffektiv måte i emner med mange studenter?
2. Hvordan kan vi vurdere en muntlig eksamen på en objektiv og reproducerbar måte?
3. Hvordan kan vi avgjøre den mest egnede vurderingsformen for et emne, og hvor viktig er det å evaluere tidsbruk for gjennomføring av eksamenen?

Referanser

- Abeysekera, L. & Dawson, P. (2014). Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research. *Higher Education Research & Development*, 34(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/07294360.2014.934336>
- Beerepoot, M. T. P. & Kosonen, J. A. (2024). Automatisk rettet eksamen i generell kjemi. *Nordic Journal of STEM Education*, 8(2), 106–117. <https://doi.org/10.5324/njsteme.v8i2.5072>
- Beerepoot, M. T. P., Kosonen, J. A. & Haugland-Grange, M. (2024). Weekly cumulative quizzes in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 101(12), 5272–5279. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00741>
- Dicks, A. P., Lautens, M., Koroluk, K. J. & Skonieczny, S. (2012). Undergraduate oral examinations in a university organic chemistry curriculum. *Journal of Chemical Education*, 89(12), 1506–1510. <https://doi.org/10.1021/ed200782c>
- Flynn, A. B. & Ogilvie, W. W. (2015). Mechanisms before reactions: A mechanistic approach to the organic chemistry curriculum based on patterns of electron flow. *Journal of Chemical Education*, 92(5), 803–810. <https://doi.org/10.1021/ed500284d>
- Gardner, D. E. & Giordano, A. N. (2023). The challenges and value of undergraduate oral exams in the physical chemistry classroom: A useful tool in the assessment toolbox. *Journal of Chemical Education*, 100(5), 1705–1709. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00011>
- Hansen, J. H., Bayer, A. & Haugland, M. M. (2023). Enhanced teaching and learning outcomes from restructuring a basic organic chemistry course. *Nordic Journal of STEM Education*, 8(1), 129–133. <https://www.ntnu.no/ojs/index.php/njse/issue/view/453>
- Harlap, Y., Jørgensen, C. & Cotner, S. H. (2022). Maintaining quality assessment practices in Norwegian higher education after the two-evaluator law. *Nordic Journal of STEM Education*, 6(1), 41–59. <https://doi.org/10.5324/njsteme.v6i1.4873>
- Huxham, M., Campbell, F. & Westwood, J. (2012). Oral versus written assessments: A test of student performance and attitudes. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 37(1), 125–136. <https://doi.org/10.1080/02602938.2010.515012>
- Kamber, D. N. (2020). Personalized distance-learning experience through virtual oral examinations in an undergraduate biochemistry course. *Journal of Chemical Education*, 98(2), 395–399. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01092>
- Meld. St. 16 (2015-2016). *Fra utenforskap til ny sjanse. Samordnet innsats for voksnes læring*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-16-20152016/id2476199/>
- Ramlo, S., Salmon, C. & Xue, Y. (2024). Chemistry students' views of taking an oral exam. *Journal of College Science Teaching*, 54(1), 1–7. <https://doi.org/10.1080/0047231X.2024.2398387>
- Roecker, L. (2007). Using oral examination as a technique to assess student understanding and teaching effectiveness. *Journal of Chemical Education*, 84(10), 1663–1666. <https://doi.org/10.1021/ed084p1663>
- Salmon, C. R., Bonvallet, P. A., Xue, Y. & Ramlo, S. E. (2024). Oral Examinations of Structure and Function in General and Organic Chemistry Courses. *Journal of Chemical Education*, 101(3), 921–929. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00749>
- Theobald, A. S. (2021). Oral exams: A more meaningful assessment of students' understanding. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 29(2), 156–159. <https://doi.org/10.1080/26939169.2021.1914527>

Presentasjon

Hvorfor deltar ikke studentene på gruppeundervisning?

Yngvar Berg og Omid Mirmotahari

Institutt for Informatikk, Universitetet i Oslo, Norge

Sammendrag:

Det er ingen tvil om at aktiv læring i små grupper kan være et svært viktig for læringsutbytte, spesielt for nye studenter i første semester. En omfattende undersøkelse er gjennomført for å identifisere årsaker til lav studentdeltakelse og for å evaluere studentenes opplevelse av undervisningskvalitet. Formålet er å foreslå konkrete tiltak for kvalitetsheving, med fokus på de underliggende årsakene til manglende deltakelse. Tiltakene er spesielt relevante for emnet IN1020, men er også generelt nyttige for emner med gruppeundervisning i høyere utdanning. Basert på de omfattende tilbakemeldingene fra studentene, foreslås det betydelige endringer i organiseringen av gruppetimer og ulike tiltak for å forbedre kvaliteten. Et av de mest fremtredende forslagene er å benytte to læringsassistenter (gruppelærere) per gruppeundervisning. Fordelene med dette tiltaket inkluderer forbedret undervisningskvalitet, økt studentdeltakelse, og en generell forbedring av studentenes læringsopplevelse som vil kunne føre til vesentlig bedre læringsutbytte. Vi identifiserer studentenes forventninger og behov, og foreslår tiltak for å gjøre undervisningen mer engasjerende og tilgjengelig. Artikkelen avsluttes med en diskusjon om hvordan gruppeundervisningen kan utvikles videre for å møte studentenes behov og styrke læringsmiljøet, samtidig som vi argumenterer for at en mer fleksibel og studenttilpasset tilnærming kan bidra til økt deltakelse og bedre læringsutbytte i høyere utdanning.

Nøkkelord:

Gruppeundervisning, frafall, deltagelse, førsteårsstudent, informatikk

1 Innledning

Gruppeundervisning spiller en sentral rolle i studenters akademiske utvikling, spesielt for førsteårsstudenter som står overfor overgangen fra videregående skole til universitetsstudier. Emnet IN1020 – Introduksjon til datateknologi, er et innledende informatikkfag ved Universitetet i Oslo. En omfattende undersøkelse har blitt gjennomført for å identifisere hvorfor studentene velger bort gruppetimene og for å foreslå tiltak som kan forbedre deltakelsen og undervisningskvaliteten.

Det tas i utgangspunktet høyde for at alle påmeldte studenter vil følge gruppeundervisningen, men det viser seg at antallet aktive studenter på gruppeundervisningen er langt lavere enn forventningen. Det er lettere å organisere økt studentaktivitet i små grupper og det er svært gunstig for læringsutbyttet [Freeman et al., 2014] [Michaelsen et al., 2023].

For læringsassistentene kan det være demotiverende når få studenter deltar. Det vil i tillegg bli ledige undervisningsrom som kunne vært brukt til andre undervisningsformål. IN1020 er ikke bare et innledende emne som tilbys i første semester, men også et breddefag som spiller en avgjørende rolle i studentenes akademiske utvikling og overgangen fra videregående skole til universitetet. Det legger grunnlaget for å forstå og tilpasse seg de formelle kravene som ligger i høyere utdanning - å utvikle nødvendige ferdigheter for suksess som student. Gruppeundervisningen er sentral i denne prosessen, fordi den gir en støttende struktur som bidrar til utvikling av viktige studieteknikker og faglig disiplin. Et særlig viktig aspekt ved gruppeundervisningen er bidrag til sosialisering og skape trygge gode læringsarenaer for studentene. Møter med medstudenter i mindre grupper fremmer det psykososiale miljøet og styrker det sosiale nettverket, som har stor verdi for studentenes følelse av tilhørighet [Wilcox et al., 2005].

Gruppeundervisningen et viktig supplement til de ordinære forelesningene. De studentene som deltar regelmessig uttrykker stor tilfredshet, og betrakter gruppeundervisningen som svært verdifull. Dessverre deltar kun litt over halvparten av de studentene som går på forelesninger i gruppetimene. Resultatene av undersøkelsen indikerer at mange studenter påpeker at tidspunktene for gruppetimene kolliderer med andre forpliktelser, for eksempel lønnet arbeid. Andre årsaker inkluderer tidskonflikter med andre fag, samt at noen studenter foretrekker å arbeide alene, opplever kvaliteten på undervisningen som lav, eller har andre personlige grunner til å utebli.

Hvorfor er det slik at en betydelig andel av studentene opplever gruppeundervisning som lite nyttig? Kan det være at vi underviser på måter som ikke samsvarer med studentenes læringsbehov? Utdanning er ikke en statisk prosess, men en dynamisk og tilpasningsdyktig arena hvor vi kontinuerlig må utforske nye måter å skape engasjement på. Hvordan kan vi sammen skape en undervisningsmodell som motiverer flere til å delta aktivt? Det er viktig at vi tar studentenes varierte behov på alvor og derfor vil det være nødvendig å øke fleksibiliteten i tilbudet.

I denne artikkelen presenterer vi funn fra denne undersøkelsen og diskuterer hvordan en mer fleksibel og tilpasset undervisningsmodell kan bidra til å øke studentenes engasjement. Vi foreslår en ny tilnærming til gruppeundervisningen som tar hensyn til studentenes behov, samtidig som den gir mulighet for bedre læringsutbytte gjennom variasjon i undervisningsmetoder.

2 Datagrunnlag og metode

For å få en grundig forståelse av studentenes deltakelse i gruppeundervisning, har vi gjennomført en omfattende undersøkelse. Undersøkelsen besto av flere kvantitative og kvalitative deler for å sikre en bred og detaljert innsikt i problemstillingen.

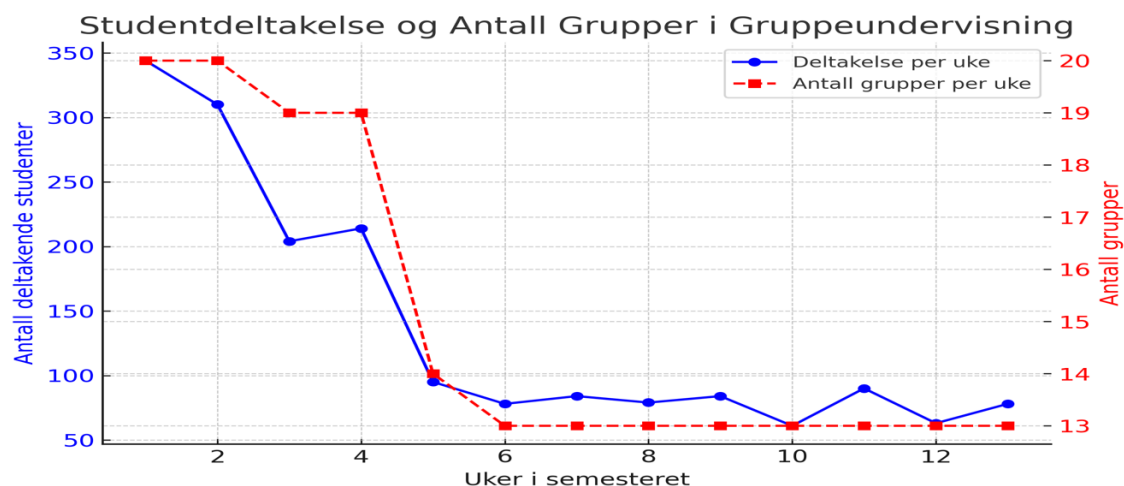
1. **Elektronisk spørreundersøkelse:** En midtveisevaluering ble gjennomført i uke 40-43, der 557 studenter (91 % av de påmeldte) besvarte et elektronisk skjema.
2. **Læringsassistentenes rapportering:** For å få en bedre forståelse av faktisk oppmøte, ble læringsassistentene bedt om å registrere studenttilstedeværelse gjennom semesteret. Dette ga oss en detaljert oversikt over faktisk deltagelse.
3. **Refleksjonsnotater fra læringsassistenter:** Hver læringsassistent leverte refleksjonsnotater både ved semesterstart og slutten av semesteret. Notatene inneholdt vurderinger av undervisningskvaliteten, utfordringer i gjennomføringen, samt forslag til forbedringer.

Analysen av disse datasettene fokuserte på tre hovedspørsmål:

1. Hvorfor er det lav deltakelse i gruppeundervisningen?
2. Hvordan vurderer studentene nytteverdien av gruppetimene?
3. Hvilke tiltak kan øke deltakelsen og forbedre kvaliteten på undervisningen?

3 Diskusjon

3.1 Lav deltagelse: årsaker og konsekvenser



Figur 1 Studentdeltakelse og antall grupper.

I Figur 1 er oversikten over studentenes deltakelsen i løpet av semesteret vist. Det viser en betydelig reduksjon i de 4-5 første ukene for så å stabilisere seg på rundt 150 studenter ut semesteret, dette er ca 25% av de studentene som var påmeldt til eksamen.

Antall grupper blir også justert fra 20 til 13 grupper ut semesteret. Dette gir en gjennomsnitt på ca 11 studenter per gruppe. Vi har også valgt å ha to læringsassistenter tilstede i de gruppene som ble sammenstått. Det ga ikke økonomisk utslag - fordi ingen læringsassistenter sies opp.

Flere faktorer bidrar til lav deltakelse i gruppetimene:

- **Tidspunkt:** 26 % av studentene oppga at de ikke kunne delta på grunn av uheldige tidspunkter.
- **Jobb:** 22 % hadde arbeid som hindret dem i å møte opp.
- **Opplevd nytteverdi:** 15 % anså gruppetimene som lite nyttige.
- **Selvstendighet:** 11 % foretrakk å jobbe alene fremfor å delta i gruppeundervisning.
- **Andre forpliktelser:** 8 % prioriterte andre fag.
- **Dårlig kvalitet:** 6 % mente undervisningen ikke holdt høy nok kvalitet.
- **Reisevei:** 5 % oppga lang reisevei som en barriere.

En av de mest fremtredende årsakene til lav deltakelse er konflikt mellom gruppetimene og studentenes øvrige forpliktelser. Mange studenter har deltidsjobber, og dette påvirker deres tilgjengelighet betydelig. I tillegg ser vi at enkelte studenter foretrekker en mer selvstendig arbeidsform, der de jobber alene eller i mindre uformelle grupper fremfor å delta i de organiserte gruppetimene.

Videre viser vår analyse at det er en opplevd forskjell mellom den faglige kvaliteten på forelesningene og gruppeundervisningen. Dette antyder et behov for å forbedre den pedagogiske tilnærmingen i gruppeundervisningen, slik at den oppleves som mer relevant og verdifull for studentene.

Konsekvensene av lav deltakelse er betydelige. Ikke bare mister studentene en viktig arena for å utvikle samarbeidsferdigheter og anvende teoretisk kunnskap i praksis, men det kan også føre til en svakere sosial tilknytning til studiemiljøet. Sosial integrasjon i høyere utdanning er viktig for studentenes trivsel og gjennomføringsevne. Når færre deltar i gruppeundervisningen, kan dette også føre til mindre interaksjon mellom studentene og færre muligheter for å etablere faglige nettverk.

Når planlagte gruppeundervisningstimer har lavt oppmøte, kan det føre til ineffektiv ressursbruk og en uhensiktsmessig allokering av læringsassistanse. Dette forsterker behovet for en mer fleksibel og tilpasset tilnærming til gruppeundervisning, der ressurser fordeles på en måte som sikrer at studentene får best mulig læringsutbytte.

3.2 Forventninger og nytteverdi

Studentenes forventninger til gruppeundervisningen varierer, og funnene viser at ulike behov og læringspreferanser påvirker deltakelsen:

- **Faglig repetisjon og forklaring:** 44 % av studentene forventer at gruppetimene skal gi repetisjon av pensum og ytterligere forklaringer på stoffet som gjennomgås i forelesningene. For mange studenter er det avgjørende å få muligheten til å repetere og forankre teoretisk kunnskap gjennom mer interaktive og praktiske øvelser.

- **Praktiske oppgaver og anvendelse:** 13 % av studentene ønsker å bruke gruppetimene til å arbeide med oppgaver som er relevante for kurset. Dette viser at en stor andel ser på gruppeundervisningen som en mulighet til å utvikle ferdigheter gjennom problemløsning og praktiske eksempler.
- **Individuell veiledning og spørsmål:** 12 % ønsker konkret hjelp til pensum, enten i form av å stille spørsmål eller få individuell veiledning fra læringsassistenter. Dette antyder at mange studenter sliter med å finne tilfredsstillende hjelp på egen hånd og ser gruppeundervisningen som en viktig støtte.
- **Diskusjoner og faglig utveksling:** 10 % verdsetter muligheten til å delta i faglige diskusjoner med både medstudenter og lærere. Diskusjoner gir en dypere forståelse av pensum, spesielt for studenter som lærer best gjennom muntlig interaksjon og refleksjon.
- **Strukturert støtte til obligatoriske oppgaver:** 3 % av studentene uttrykker et konkret behov for hjelp til obligatoriske oppgaver. Dette tyder på at noen studenter opplever utfordringer med selvstendig arbeid og ser på gruppetimene som en viktig ressurs for å oppnå gode resultater.

Til tross for at studentene har klare forventninger til gruppeundervisningen, viser undersøkelsen at ikke alle disse behovene blir tilfredsstilt. For å møte ulike utfordringer, bør undervisningsformatet tilpasses slik at det gir rom for både repetisjon, praktiske oppgaver og diskusjoner.

Våre funn om peker på både utfordringer og muligheter i arbeidet med å designe utdanningsløp som fremmer helhetlig kompetanseutvikling. De viser at gruppeundervisningen ikke bare handler om faglig forståelse, men også utvikling av sentrale samarbeidsferdigheter og profesjonell kompetanse. Dette kommer særlig fram i studentenes forventninger til gruppeundervisningen, hvor 44% ønsker repetisjon av fagstoff, mens de resterende vektlegger mer sammensatte læringsmål som diskusjon, samarbeid og praktisk problemløsning.

Basert på analysen av studentenes respons på evalueringen har vi forslag om å endre dagens gruppeinndelingsstrategi til å være mer dynamisk og tilpasset behovet for den enkelte student. Vi mener derfor at det å tilby ulike typer av undervisning som et godt pedagogisk grep for å både gi bedre læringsutbytte men også fleksibilitet slik at flere studenter benytter seg av tilbudet. Videre ser vi også viktigheten med å få studenter til å være på campus, samtidig som de som er forhindret til fysisk tilstedeværelse også har et tilbud. Dette kan representere et dilemma. 36% av studentene ønsker seg det vi kan beskrive som vanlig gruppetimer med like fordeling av oppgaveløsning, individuell hjelp og kunne stille spørsmål, i tillegg ønsker 10% av studentene å kunne delta i en diskusjon om de aktuelle temaene. Nesten halvparten av studentene ønsker at gruppetimene skal inneholde repetisjon, det burde normalt være tilstrekkelig å vise til forelesningsopptak.

Noen studenter gir uttrykk for at de ønsker en repetisjon i form av en forenkling eller alternativ presentasjon. Det bør undersøkes nærmere hva slags repetisjon studentene faktisk ønsker seg. En hovedstrategi vil være å gå fra å være allokert til ulike studieprogram og heller rettet mot en undervisningstype som passer studentene og som

studentene kan velge fleksibelt hver uke. De ulike typene av gruppeundervisningene som kan være aktuelle er:

Strukturert undervisning - studentene møter opp i grupper og løser oppgaver tilpasset gruppetime på kveldstid primært tilpasset de som er jobb på dagtid. I strukturerte gruppetimer vil det være innslag av repetisjon.

Individuell undervisning - studentene møter opp og sitter individuelt/gruppevis å løser ukesoppgaver - Kan gjøres som en form for plenum med kapasitet til ca 70 studenter.

Digitale undervisning - en på morgen og en på kveldstid. Vi tar med oss erfaringen fra COVID-19 gjennomføringen. Fordelingen av hvor mange ulike typer som tilbys vil kunne endres fra uke til uke, basert på hvordan studentene melder inn behov for eksempel gjennom ukentlige til- bakemeldinger via nettskjemaer.

Den tradisjonelle modellen med faste gruppetimer treffer ikke dagens studentmasse optimalt, noe som reflekteres i at 26% oppgir tidspunktkonflikter som hovedårsak til manglende deltakelse.

En sentral endring i vår tilnærming har vært innføringen av teambasert forberedelse for læringsassistentene. I stedet for at hver læringsassistent forbereder seg individuelt, har vi i 2024 implementert en modell der læringsassistentene samarbeider systematisk om forberedelsene. Dette innebærer ukentlige planleggingsmøter der de diskuterer faglige utfordringer, deler undervisningsopplegg, og utvikler felles strategier for å håndtere studentenes spørsmål og utfordringer. Denne kollektive tilnærmingen har ikke bare effektivisert forberedelsesfasen, men også bidratt til mer konsistent og høyere kvalitet i undervisningen på tvers av gruppene.

4 Konklusjon

Våre funn har flere viktige implikasjoner for hvordan vi bør designe fremtidige utdanningsløp. For det første ser vi behovet for å etablere mer fleksible og varierte læringsarenaer som kan møte ulike studentgruppers behov og læringspreferanser. For det andre understreker resultatene viktigheten av å integrere faglig læring med utvikling av samarbeidskompetanse og profesjonelle ferdigheter. For det tredje viser erfaringene med teambasert undervisning verdien av å utnytte komplementære kompetanser i undervisningsteamet for å styrke både faglig dybde og pedagogisk kvalitet.

Arbeidet med å redesigne gruppeundervisningen har tydeliggjort kompleksiteten i å skape effektive læringsarenaer i høyere utdanning. Den teambaserte tilnærmingen til undervisningsforberedelser har vist seg som en særlig lovende praksis, som ikke bare styrker kvaliteten på undervisningen, men også bidrar til kompetanseutvikling blant læringsassistentene selv. Dette representerer en modell som potensielt kan overføres til andre fagområder og institusjoner. Det er viktig å fortsette utforskningen av hvordan ulike undervisningsformer kan kombineres for å skape robuste læringsmiljøer som fremmer både faglig forståelse og bredere kompetanseutvikling. De positive erfaringene med systematisk samarbeid blant læringsassistentene gir grunn til optimisme for videre utvikling av undervisningskvaliteten i høyere utdanning.

Referanser

- Freeman et al., 2014. Freeman, S. et al. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23):8410–8415.
- Michaelsen et al., 2023. Michaelsen, L. K., Knight, A. B., and Fink, L. D. (2023). *Team-Based Learning: A Transformative Use of Small Groups in College Teaching*. Routledge, London.
- Wilcox et al., 2005. Wilcox, P., Winn, S., and Fyvie-Gauld, M. (2005). 'it was nothing to do with the university, it was just the people': the role of social support in the first-year experience of higher education. *Studies in Higher Education*, 30(6):707–722.

Presentation

Integrating Student-Led Tutorials and Active-Learning in Large Basic-Knowledge Courses

Gilbert Bergna-Diaz¹, Frank Mauseth¹ and Reidar Lyng²

¹ Department of Electric Energy, NTNU, Norway

² SEED (Center for Science & Engineering Education Development), NTNU, Norway

Summary: This contribution summarizes the (re-)design of a relatively large (180 students) basic knowledge circuit course aiming for higher motivation and learning quality among students. The challenges inherent to the type and size of the course meant that we could not solely rely on project work with report writing to keep students motivated and engaged, as one could do in smaller-sized specialized courses. Therefore, we propose using two active-learning methods besides our lectures; namely Auditorium Workshops (AWs) and Student-led Tutorials (SLTs). In this configuration, students work and learn throughout the semester with more realistic, industrially relevant and motivating (exam-level) tasks from the beginning of the course. Given their complex nature, the teaching staff addresses any built-up frustration during the collaborative group work in the AWs, avoiding students getting stuck for too long. Moreover, the quality of learning is further increased by pairing the AWs with SLTs, as students not only need to have attempted to solve the tasks but be ready to explain and defend what they have done to other fellow students, taking their understanding to the next level. Preliminary reactions suggest that working towards reducing potential anxiety during the SLT presentations further improves the positive impact of this implementation.

Nøkkelord:

Student-led tutorials, auditorium workshops, large basic-knowledge course

1 Course Structure ELET1002

1.1 Course description

The first-year course «*ELET1002 – Electric Circuits: Modelling and Analysis*» was implemented for the first time in the spring semester of 2024. From a content perspective, the aim was to create a modernized version of the traditional circuit analysis course; including topics like AC circuit concepts, Laplace and frequency domain analysis, but with a control engineering and a multi-physics twist. It is a relatively large course consisting of 180 students and has a traditional 100% four-hour exam at the end, in addition to two mandatory physical laboratories and a mini project. Finally, the teaching staff is formed by two lecturers, one laboratory lecturer, one scientific assistant and twelve teaching assistants.

1.2 Motivation for new design

Our goal was to design the course such that it would increase students' motivation, engagement and learning quality, at least compared to its traditional lecture-centric implementation. This was not straightforward given 1) the relatively large number of students and 2) the basic-knowledge nature of the course. These two challenges appear as strong arguments against using a more motivating project-based implementation, paired with individual or group reports. The former would imply an excessively high grading effort of individual reports whereas the latter would not guarantee that each student has the necessary grasp on the basic knowledge required in subsequent courses. To overcome these challenges, we opted to design the course around industrially relevant and motivating tasks supported by Auditorium Workshops (AWs) and Student-led Tutorials (SLTs), according to the structure detailed below.

1.3 Structure description

The course was divided into six main (two-week) thematic blocks, as illustrated in Figure 1-a). In each block, the following learning activities are found:

- Live lectures
- One Block Challenge
- Two to three Auditorium Workshops
- One classroom TA session
- One Student-led Tutorial

The first week is reserved to the introduction to the course where the course structure and philosophy is explained to the students, in addition to a brief introduction to the MatLab software used throughout the course including the final exam.

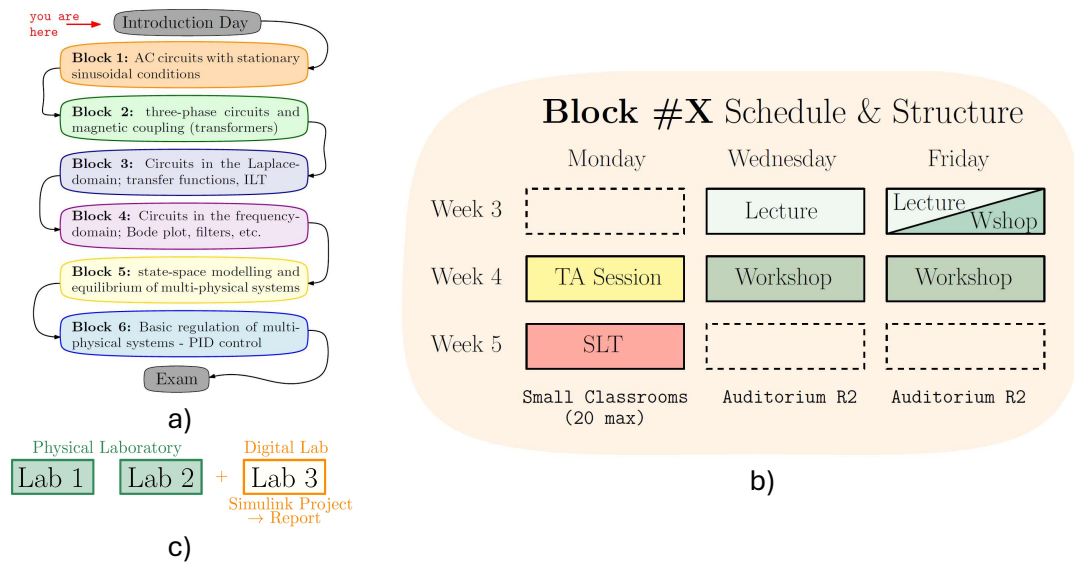


Figure 1- ELET1002 Structure. a) course divided into six thematic blocks. b) example of the structure within a block. c) additional mandatory activities.

The SLTs have a 70% mandatory requirement to gain access to the final exam in addition to participation in two labs and the Simulink project report, yet the students are strongly encouraged to attend all activities, described in the following lines.

1.3.1 Lectures + The Block Challenge

A block could end up looking like the one in Figure 1-b). Starting with a lecture summarizing the most essential topics. All other details are still covered in short plenaries during workshops, or in (*optional*) pre-recorded videos.

At the end of the lecture the Block Challenge is introduced consisting of six tasks. Students understand that these tasks are a very relevant training for the real exam, and thus do not feel like wasting their time by doing them. We aim to make the tasks industrially relevant and thus hopefully motivating.

1.3.2 Auditorium Workshops

Students are encouraged to attend “Auditorium Workshop Sessions” where they sit in self-enrolled groups of approx. 5-6 people working together solving the block challenges. They have access to approximately five TAs, the scientific assistant as well as the *two lecturers*, allowing the students to get immediate feedback on their performance. The only rule so far is that “only group questions are allowed”. It is worth mentioning that this configuration seems to allow to train more relevant “exam-level” tasks from very early in the semester as the risk of frustration from getting stuck in a seemingly hard tasks is significantly decreased by interacting with a member of the teaching staff. For the course, auditorium R2 at NTNU has been used that is well suited for group work with 28 group tables with individual screens and white boards in addition to a “raise hand” button students can press for help from the lecturers/teaching assistants.

1.3.3 TA sessions

The “TA session” (as well as the SLTs) are carried out in 10 small classrooms (max. 20 students), to which students have been randomly assigned—forming the SLT-group. This group carries on working with the Block Challenge for three hours, and is formed with students from different study programs, allowing for potential skillset exchange, and has access to one TA per classroom. Most importantly, it happens before the AWs allowing time for students to prepare their questions for the teaching staff later in the week.

1.3.4 Student-led Tutorials (SLTs)

As explained in Edström et al. (2017), SLTs are a peer learning strategy where students guide problem-solving tasks in a semi-structured activity. Students will get to attend a total of six SLTs, in ten different small classrooms. In preparation, students are handed a set of six tasks (i.e., “The Block Challenge”) and are required to seriously attempt to solve some of the tasks in advance by themselves and/or during workshops, and then present their efforts in finding the solution in the SLT classroom if the teaching assistant randomly selects them. Prior to the SLT session, students need to indicate which of the six tasks they are willing and are ready to present in the SLT classroom by «ticking» on the corresponding tasks numbers through a survey in Blackboard. The TA will only select students to present among those who have ticked on the relevant task. At the end of each session, students will have had a chance to discuss all exercises and collaboratively build the solutions. To gain access to the final exam, a student must have ticked minimum 70% of the tasks. Note that to have a valid «tick», the student is required to have made a serious attempt to solve the task at hand. This implies that the student should have arrived at a solution but will not be penalized if he or she did not find the right answer. They also need to be physically present for valid ticks. If it becomes obvious that the presenting student who has ticked on the tasks has not made any serious effort in solving the task, then the student loses all ticks for that session.

1.3.5 All-digital exam

The final grade is 100% based on a traditional end-examination. During the lectures, workshops and SLTs students have been introduced to and been using industry relevant software to solve the problems in the SLTs. These tools are also available for the students at the exam, so they get relevant training during SLTs that is used on the exam and in the industry. This makes the SLTs and exam more relevant and motivating for the students.

2 Background

Workshop Background: The initial motivation that led to the course structure came from wanting to replicate the seeming success of a different course (ELDI2002: Control for Electric Energy Systems) much smaller in size (approximately 30 students), and in a more specialized topic. This course was designed together with the help of Kristina

Edström (KTH) and was also divided into six two-week-long thematic blocks, with one (sometimes two) lecture(s) and a block challenge, where students were asked to apply the relevant control theory of the block to their electrical application in MatLab/Simulink, and write a 4-5 page report with the findings. Given the difficult (yet motivating and fulfilling) nature of the tasks, workshops became important to avoid frustration as there they counted with the help of the teaching staff. The quality of the six reports (70%) and performance in oral exam (30%) shaped the final grade of the course. The question was then twofold:

- *How can this type of structure scale, e.g.: from 30 to 180 students?*
- *Can it be used in a more basic knowledge problem-solving-based course?*

Indeed, it seemed rather impractical to continue to rely on bi-weekly individual reports as the basis of the grade for large courses and needed to shift towards a final exam, at least in the initial iterations. However, a (scalable) mandatory activity was still desired at the end of each block to keep the students engaged with the course. This is then where we opted for SLTs—again following advice from Kristna Edström (KTH)—to replace the reports in this larger course. They provide the scalability that was sought after and can be based on basic-course problem-solving tasks.

SLT Background: The first time we tried the SLTs was in the autumn semester of 2023 in a relatively large second-year course of 200 students called “TET4100 – Circuit Analysis.” This course can be viewed as the more traditional version of ELET1002 and was given as a standard lecture-centric course. It was then the perfect candidate for trying out the SLTs on their own, i.e., before combining them with the AWs. For the implementation, we tried to mimic as much as possible the experience reported by *Serra et al. (2023)* where SLTs were tested in an electromagnetic course at Eindhoven University of Technology. This resulted in mostly positive results when applied to our TET4100 course, at least from the point of view of exam performance, in line with the results reported by *Serra et al. (2023)*. We believe that the reason behind the success is that asking the students to be prepared to explain what they have done takes their learning to a higher level, as suggested by Feisel-Smith technical taxonomy on quality of student learning, depicted in Figure 2. However, we also concluded after two implementations in TET4100 that the SLT implementation format should be better tailored to consider the cultural background of our students and the year of study—more on this in section 3.

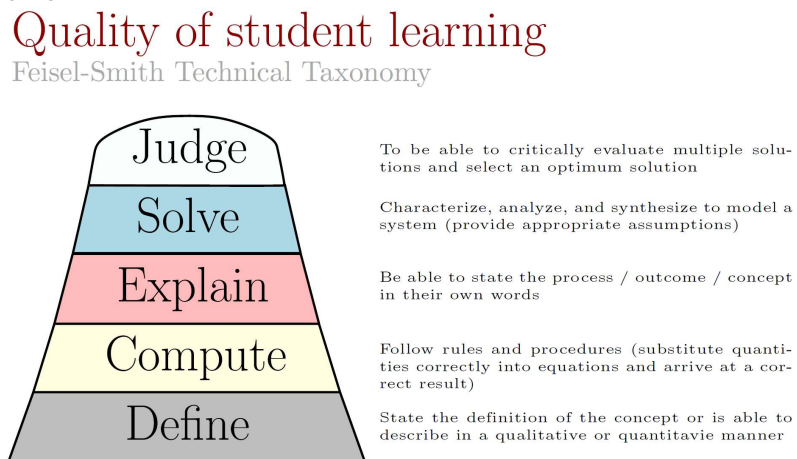


Figure 2 – Quality of student learning. Feisel-Smith Technical Taxonomy

3 Most recent experiences and updates

3.1 On fixing potential social discomfort caused by SLTs.

Perhaps the weakest point of implementing the SLTs in the first iterations within our course(s), was the high level of social anxiety and social discomfort that it caused in some students/SLT groups, often related with public speaking. This was of course the case for the presenter, but also for the rest of the classroom (audience) which did not dare to ask questions or engage in discussions. It has been well-established that social anxiety for students and teachers alike has a considerable impact on the learning dynamics in the classroom – see e.g. Aga (2024). This was viewed as a significant hindrance to learning since potential nervous presenters are not really listening much to who is currently presenting, but instead hoping that they will not be called up to the stage.

These initial iterations kept the benefit of having students that understood the task well enough for presenting them to others. Learning from these past experiences, the second implementation of the course (Spring 2025) then adopted the structure sketched on the right side of Figure 3. In this newer setting, the classroom has been divided into smaller subgroups with a size decided between the TAs and students—while respecting the minimum size of 4 members. The first implementation had six persons forming a subgroup (on average) leading to noisy classrooms given that there are multiple presenters talking at once. This in turn makes it easier for the rest of the students to engage in discussions and ask questions to the presenters. The most recent reference group meeting has indeed confirmed that there is very little to no anxiety caused by the SLTs and seem to be enjoying the rather social environment with a very active level of engagement from the participants. The TAs have also given very positive feedback, which they have summarized as “*It’s working! Don’t change anything!*”.

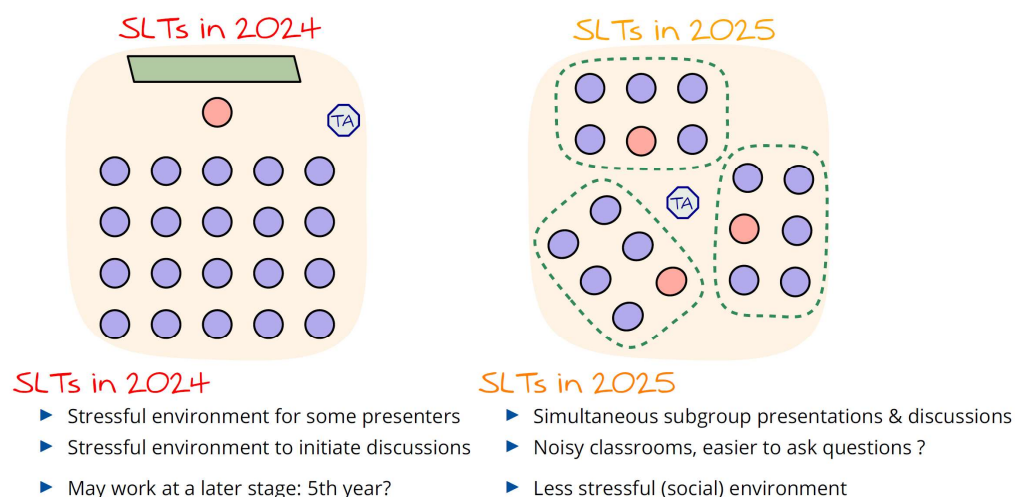


Figure 3. SLT implementation changes to reduce anxiety: 2024 vs 2025.

We have also encouraged the students and the TAs to make progressively larger groups as the semester advances with the idea to use progressive exposure to improve their public speaking professional skills. This is decided by the groups themselves, but only as long as it does not negatively affect their learning.

3.2 Workload for transition

The workload related to the transition from a lecture-centric course to this structure is arguably not too different from preparing a course for the first time, and quite possibly less. There is some time spent in preparing the SLT-tick submission system, structure of the course, and training the TAs for the SLTs, in addition to making sure we take the available infrastructure into consideration. However, given that the lecture time is reduced to around 50%, there is considerably less time spent on preparing for lectures, particularly if the course content had already been delivered as a lecture centric course in previous years. Perhaps the most important preparation time now is shifted to the design of the SLT Block Challenge. In our case, this translates into two or three short meetings with the scientific assistant per block to provide brainstorming for new/updated problems that guarantee that students will learn what we want them to learn, as well as ensuring a balanced and reasonable workload for the students.

References

- K. Edström and P.-E. Hellström. Improving student learning in STEM education: Promoting a deep approach to problem-solving. 2017 [Online]. Available: https://kth.diva_portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1154903&dswid=686
- Serra, R., Martinez, C., Vertegaal, C., Sundaramoorthy, P., & Bentum, M. J. (2023). Using Student-Led Tutorials to Improve Student Performance in Challenging Courses. *IEEE Transactions on Education*, 66(4), 339-349. Article 10049399. <https://doi.org/10.1109/TE.2023.3238175>
- Aga, K. (2024). Transitioning to Active Learning Spaces – Perspectives from teachers and students in mathematics and statistics. [Doctoral dissertation, NTNU]. NTNU Open.

Presentation

The Making of a Mathematician: Comparing Mathematics Identities in the United States and Norway

Margaret Ann Bolick¹, Kelly Lazar¹, and Matthew Voigt²

¹ Engineering and Science Education, Clemson University, USA

² Program in Mathematics Education, Michigan State University, USA

Abstract: This study compares two mathematics identity scales across first-year mathematics students from the United States (US) and Norway, with a particular focus on first-generation college students (FGCS). The research examines the applicability of Cribbs et al.'s (2015) and Kaspersen's (2018) models of mathematics identity in these two international contexts. Both surveys assessed constructs such as interest, performance/competence, and recognition. The results revealed significant differences between students from the US and Norway in their reported interest in mathematics, with Norwegian students scoring higher. However, no significant differences were found in other constructs such as performance/competence or recognition, nor in the overall mathematics identity scores from Cribbs et al.'s model. In contrast, students from the US scored higher than students from Norway on Kaspersen's model, indicating stronger self-identified mathematics identities. These findings suggest that while the instruments measure similar aspects of mathematics identity, they are not fully transferable across the two contexts. The study lays the groundwork for future research on cross-cultural variations in and educational structures that shape mathematics identity and its connection to competencies.

Keywords:

Mathematics identity, first-generation college students, first-year mathematics students, international comparative education

1 Introduction

With the rapid evolution of technology and the challenges it brings, there has been a growing call to teach 21st-century skills and competencies (Abina et al., 2024). One such effort is the 21st-century competency framework for STEM students developed by Lavi and colleagues (2021) through a quantitative study. This framework comprises three constructs: domain-general skills (e.g., problem-solving, critical thinking), soft skills (e.g., creativity, collaboration), and STEM-specific skills (e.g., STEM knowledge, experimenting). However, one thing this competency framework does not address is the connection to domain identities, such as mathematics identity, which are linked with student achievement and skill development (Bohrnstedt et al., 2021).

Mathematics identity frameworks have been deeply rooted in sociocultural perspectives focused on the connections between individuals and mathematics, peers, and the larger societal context (Voigt et al., 2022). Due to these sociocultural perspectives, mathematics identity frameworks vary across different contexts, including international contexts. In this study, we aim to compare a mathematics identity scale from the United States (US) (Cribbs et al., 2015) to a mathematics identity scale from Norway (Kaspersen, 2018) across the two international contexts with a focus on first-year mathematics students broadly and first-generation college students (FGCS) specifically. This research study arises from a larger dissertation study investigating the societal and structural impacts within the US and Norway on FGCS, defined as students whose parents or guardians did not obtain a bachelor's degree. For this study, we are interested in answering the following research questions:

- a) How do first-year mathematics students in the US and Norway score across the two models of mathematics identity?
- b) How do first-generation college students in the US and Norway score across the two models of mathematics identity?

2 Theoretical Framing

Cribbs and Colleagues' Model of Mathematics Identity

Originally modeled after a qualitative model of science identity (Carlone and Johson, 2007), the Cribbs and colleagues' (2015) mathematics identity model includes three constructs: interest, performance/competence, and recognition. The construct of interest evaluates students' fascination and curiosity of mathematics through binary response statements like "I enjoy learning math," "Math is interesting," and "I look forward to taking math" (Cribbs et al., 2015). Similarly, performance/competence is defined as how well students are understanding mathematics and is measured through binary response statements, including "I understand the math I have studied," "Math makes me nervous," "Setbacks do not discourage me," and "I can do well on math exams" (Cribbs et al., 2015). Lastly, recognition captures peers', instructors', and students' perception of being "good at mathematics" by asking the 5-point Likert scale question "Do the following people see you as a mathematics person?" with the

prompts of “Parents/relatives/friends,” “Mathematics teacher,” and “Yourself” (Cribbs et al., 2015).

Kaspersen’s Model of Mathematics Identity

Although Kaspersen’s (2018) model also measures mathematics identity, the instrument is uni-dimensional, meaning that the instrument evaluates mathematics identity as its own construct. We describe Kaspersen’s (2018) scale as having questions rooted in interest, performance/competence, and persistence. The scale includes the following questions: “I take the initiative to learn more about math than what is required at school/work,” “Math ideas that I hear or learn about help me inspire new trains of thoughts,” “I can explain why my solutions are correct,” and “When I work with a math problem, I move back and forth between various strategies” (Kaspersen, 2018). Kaspersen (2018) defined mathematics identity as something that can be measured, is context dependent, and ultimately, flexible; individuals’ mathematics identity can change over time in relation to courses, peers, instructors or society.

3 Methods

Data Collection

At the end of the Fall 2024 semester, a survey consisting of Cribbs and colleagues’ (2015) and Kaspersen’s (2018) mathematics identity instruments was emailed to all first-year mathematics students (N = 1,848) at a large, research intensive university in the Southeastern US. The survey collected 266 viable responses. At the beginning of the Spring 2025 semester, the same survey was distributed via Canvas and a QR code in a first-year mathematics class for STEM majors at a medium-sized, STEM-based university in Southern Norway. The survey collected 80 viable responses. Responses were deemed viable if participants fully answered the questions corresponding to the two mathematics identity scales. Participants who left one or two blank responses in Kaspersen’s (2018) scale were counted as “I don’t know” which was an option in the scale.

Data Analysis

We performed descriptive statistics to determine how US and Norwegian first-year mathematics students and FGCS responded to the two mathematics identity scales. For Cribbs and colleagues’ (2015) scale, we calculated the mean score for each construct (e.g., performance/competence, interest, and recognition) and an overall mean score for mathematics identity. Due to the uni-dimensional nature of Kaspersen’s (2018) mathematics identity scale, we calculated a mean score for the entire scale. We used a Shapiro-Wilk test to check for a normal distribution for the recognition construct and overall mathematics identity score from the Cribbs and colleagues’ model (2015) as well as Kaspersen’s (2018) model. The interest and performance/competence constructs of the Cribbs and colleagues’ (2015) model contained a series of binary (agree/disagree) questions which prevented the data from

having a normal distribution. To calculate the difference between means, we used a Student's t-test for normally distributed items and a Mann-Whitney U Test was used for non-normally distributed data.

4 Results

We sought to determine if all students and first-generation college students in first-year mathematics from the US and Norway performed similarly across the two models of mathematics identity. The following section presents descriptive statistics for key variables of interest, including measures of central tendency, variability, and statistical significance.

Descriptive statistics for first-year mathematics students across both mathematics identity instruments are shown in Table 1. The students from the US had a mean interest score of 0.76 (SD = 0.34), while the students from Norway had a mean interest score of 0.87 (SD = 0.26). A subsequent Mann-Whitney U test revealed a significant difference in interest between the US and Norwegian first-year mathematics students, $U(266,80) = 8809$, $p = .007$. For performance/competence, students from the US had a mean score of 0.69 (SD = 0.30) while students from Norway had a mean score of 0.73 (SD = 0.28). The difference in performance/competence was not significant, $U(266,80) = 10033$, $p = .420$. Similarly for the construct recognition, the two means were not significantly different, $U(266,80) = 10480$, $p = .839$, with a mean score of 4.06 (SD = 1.20) for students from the US and a mean score of 4.08 (SD = 1.08) for students from Norway. The composite mathematics identity scores were not significantly different, $U(266,80) = 10085$, $p = 0.480$. These results demonstrate a significant difference in the interest construct and insignificant differences in performance/competence, recognition, and overall identity across all first-year mathematics students from the US and Norway.

Using Kaspersen's (2018) model, first-year mathematics students from the US had a mean of 2.70 (SD = 0.50) and students from Norway had a mean of 2.53 (SD = 0.46). The means showed a statistically significant difference, $t(344) = 2.68$, $p = .008$, demonstrating that students from the US were responding more positively to Kaspersen's (2018) model than students from Norway. Thus, having a higher self-identified mathematics identity.

Table 1. Descriptive statistics of the constructs of Cribbs et al.'s (2015) mathematics identity model and Kaspersen's (2018) model across all first-year mathematics students. Constructs of Cribbs' model shown in light gray; unidimensional Kaspersen's model shown in dark gray.

	United States (n = 266)	Norway (n = 80)	Mann-Whitney U Test Results / Student's T-Test Results
Interest	$M = 0.76$ ($SD = 0.34$)	$M = 0.87$ ($SD = 0.26$)	$U(266,80) = 8809$ $p = .007^{**}$
Performance/ Competence	$M = 0.69$ ($SD = 0.30$)	$M = 0.73$ ($SD = 0.28$)	$U(266,80) = 10033$ $p = .420$

Recognition	$M = 4.06$ ($SD = 1.20$)	$M = 4.08$ ($SD = 1.08$)	$U(266,80) = 10480$ $p = .839$
Cribbs' Overall Model	$M = 1.84$ ($SD = 0.54$)	$M = 1.89$ ($SD = 0.44$)	$U(266,80) = 10085$ $p = .480$
Kaspersen's Model	$M = 2.70$ ($SD = 0.50$)	$M = 2.53$ ($SD = 0.46$)	$t(344) = 2.68$ $p = .008^*$

*Statistically significant at $p < .05$, **Statistically significant at $p < .01$

Results for FGCS across both mathematics identity instruments are shown in Table 2. A comparison of FGCS in the US and Norway revealed no significant differences in their responses to Cribbs et al.'s (2015) model constructs or overall score. While Norwegian FGCS showed slightly higher mean scores for interest (0.88, $SD = 0.26$) compared to their US counterparts (0.83, $SD = 0.31$), this difference was not statistically significant ($U(37,24) = 418.5$, $p = 0.639$). A similar pattern emerged for performance/competence, with US FGCS averaging 0.66 ($SD = 0.33$) and Norwegian FGCS averaging 0.74 ($SD = 0.27$), again with no significant difference ($U(37,24) = 385.5$, $p = 0.373$). Recognition scores were nearly identical between the two groups, both averaging 4.04 (US $SD = 1.17$; Norway $SD = 0.94$), and were also statistically insignificant ($t(59) = -0.020$, $p = 0.984$). Finally, the overall model scores showed no significant difference between US FGCS (1.84, $SD = 0.53$) and Norwegian FGCS (1.89, $SD = 0.38$) ($t(59) = -0.14$, $p = 0.889$). In regards to FGCS, Kaspersen's (2018) model was not statistically significant across countries, $t(59) = 0.86$, $p = .395$. First-generation college students from the US had a mean of 2.79 ($SD = 0.49$) while FGCS from Norway had a mean of 2.68 ($SD = 0.46$).

Table 2. Descriptive statistics of the constructs of Cribbs et al.'s (2015) mathematics identity model and Kaspersen's (2018) model across all first-generation college students.

	United States (n = 37)	Norway (n = 24)	Mann-Whitney U Test Results / Student's T-Test Results
Interest	$M = 0.83$ ($SD = 0.31$)	$M = 0.88$ ($SD = 0.26$)	$U(37,24) = 418.5$ $p = .639$
Performance/ Competence	$M = 0.66$ ($SD = 0.33$)	$M = 0.74$ ($SD = 0.27$)	$U(37,24) = 385.5$ $p = .373$
Recognition	$M = 4.04$ ($SD = 1.17$)	$M = 4.04$ ($SD = 0.94$)	$t(59) = -0.020$ $p = .984$
Cribbs' Overall Model	$M = 1.84$ ($SD = 0.53$)	$M = 1.89$ ($SD = 0.38$)	$t(59) = -0.14$ $p = .889$
Kaspersen's Model	$M = 2.79$ ($SD = 0.49$)	$M = 2.68$ ($SD = 0.46$)	$t(59) = 0.86$ $p = .395$

5 Discussion

By comparing mathematics identity across different international populations, we will gain a greater perspective of how mathematics identity varies across different societal and educational contexts. For example, we found that first-year mathematics students from Norway had a greater interest (Cribbs et al., 2015) in mathematics than their US counterparts. This finding prompts us to question what is going on in the first-year mathematics course at the Norwegian university that is sustaining students' interest in mathematics and how we can reproduce those results in the context of the US. The remaining constructs and overall result for Cribbs and colleagues' (2015) model proved to not be statistically different providing the context that although Norwegian students are more interested in mathematics, their overall score is not distinctly different from US students. Similarly, students from Norway and the US have comparable perceptions of their performance/competence in mathematics and recognition of themselves as a "mathematics person." In terms of Kaspersen's (2018) model of mathematics identity, students from the US and Norway responded differently to the instrument. Students from the US responded more strongly than students from Norway, emphasizing that they self-identified as having a stronger mathematics identity. This difference may stem from variations in the structure of first-year mathematics courses and differing cultural beliefs around self-perception in mathematics ability.

Although both instruments are intended to measure mathematics identity in their distinct contexts (the US and Norway), both were not fully transferable across contexts shown by the statistically significant differences in responses by the two populations. We recognize that limitations of the study include the small sample size from one institution in each country and that additional contexts in the US and Norway would be beneficial to proving generalizability across the two instruments. As part of the larger dissertation study that the data are from, we plan on utilizing this information to conduct an exploratory factor analysis to assess the factor structure of each instrument across the two populations and determine if the two instruments are measuring the same version of mathematics identity across the two populations.

6 Discussion Questions:

- Why is mathematics identity important when educating mathematics students?
- How do you currently foster mathematics identity in your classroom?

Acknowledgements

This paper would not have been possible without the efforts of Thomas Gjesteland and Svitlana Rogovchenko.

References

- Abina, A., Temeljotov Salaj, A., Cestnik, B., Karalič, A., Ogrinc, M., Kovačič Lukman, R., & Zidanšek, A. (2024). Challenging 21st-Century Competencies for STEM Students: Companies' Vision in Slovenia and Norway in the Light of Global Initiatives for Competencies Development. *Sustainability*, 16(3), 1295. <https://doi.org/10.3390/su16031295>
- Bohrnstedt, G. W., Cohen, E. D., Yee, D., & Broer, M. (2021). Mathematics identity and discrepancies between self-and reflected appraisals: their relationships with grade 12 mathematics achievement using new evidence from a US national study. *Social Psychology of Education*, 24(3), 763-788. <https://doi.org/10.1007/s11218-021-09631-0>
- Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187-1218. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>
- Cribbs, J. D., Hazari, Z., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2015). Establishing an Explanatory Model for Mathematics Identity. *Child development*, 86(4), 1048-1062. <https://doi.org/10.1111/cdev.12363>
- Kaspersen, E. (2018). On measuring and theorising mathematical identity. Doctoral dissertations at University of Agder. <http://hdl.handle.net/11250/2495836>
- Lavi, R., Tal, M., & Dori, Y. J. (2021). Perceptions of STEM alumni and students on developing 21st century skills through methods of teaching and learning. *Studies in Educational Evaluation*, 70, 101002. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.101002>
- Voigt, M., Rasmussen, C., & Martinez, A. E. (2021). The refiguring of students' mathematical identities: a mixed methods study of three tailored calculus courses. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(12), 3286-3306. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1940331>

Presentation

Beyond the Classroom: Exploring Global Competence Development in a US-Norway STEM Exchange Program

Margaret Ann Bolick¹, Makayla Headley¹, Kelly Lazar¹, Thomas Gjesteland², and Matthew Voigt³

¹ Engineering and Science Education, Clemson University, USA

² Department of Engineering Sciences, University of Agder, Norway

³ Program in Mathematics Education, Michigan State University, USA

Abstract: International exchange programs play a pivotal role in fostering global competence among students. This study examines the experiences of students participating in a three-year Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) exchange program between a Norwegian and a United States institution. Using the Organization for Economic Co-operation and Development's (OECD) framework of global competence, we investigate how STEM exchange students articulate their experiences and how these experiences reflect their cultural competency. Through a qualitative photovoice methodology, participants captured and discussed their exchange experiences, revealing key themes across OECD's four dimensions of global competence. We identified three key themes to developing global competence through thematic analysis: Awareness of Global Challenges & Advocacy for Sustainability, Building Empathy Through Shared Experiences, and Navigating Cultural and Academic Differences. Our results suggest that immersive, experiential learning environments significantly enhance students' intercultural competence beyond formal coursework. The study highlights the importance of incorporating social engagement, place-based problem-based learning, and institutional support to maximize the impact of exchange

programs. By adopting a more deliberate approach to integrating these elements into higher education, educators can better prepare students to address the complex global challenges.

Keywords:

Exchange program, global competence, STEM education

1 Introduction

As part of the call for increasing international partnerships and overall internationalization within the Norwegian education system, universities are asked to utilize existing relationships with other institutions to develop exchange programs (Ministry of Education and Research, 2020). The following study is housed in a three-year exchange program between institutions in Norway and the United States (US) funded through the Norwegian Directorate for Higher Education and Skills (UTF-2021/10111). The exchange program emphasizes the importance of cultural competence while engaging students in real world Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education challenges focused on place-based, problem-based learning (Bolick et al., 2024) and peer mentorship within STEM disciplines. We seek to answer the following questions:

- a. How do STEM students discuss their experiences in an international exchange program?
- b. How do their experiences reflect their cultural competency?

2 Theoretical Framing

We have decided to align our study with the Organization for Economic Co-operation and Development's (OECD) definition of global competence due to its international applicability. The OECD defines global competence as a multi-dimensional characteristic that includes an individual's ability to: 1) examine local, global, and cultural issues, 2) acknowledge and value a variety of perspectives and world views, 3) build respectful relationships with others, and 4) recognize individual responsibility toward sustainability and collective well-being (OECD, 2018). The first dimension discusses the ability to examine issues of local, global, and cultural significance by combining content knowledge and critical thinking skills to question, analyze, and develop a position based on data (Boix Mansilla and Jackson, 2011 as cited in OECD, 2018). Dimension two elaborates on valuing a variety of perspectives which are rooted in individuals' experiencing, learning, and engaging with differing perspectives, traditions, beliefs, values, and behaviors (Hanvey, 1975 as cited in OECD, 2018). Dimension three emphasizes the ability to utilize cross-cultural differences to engage in respectful dialogue, approach interactions with cultural sensitivity, and a "willingness to engage with others" (OECD, 2018). The final dimension expands on dimension one by acknowledging the influence individuals have on taking action in response to the local, global, and cultural issues (OECD, 2018).

3 Context of the Universities

The Norwegian institution is a publicly funded higher education institution that serves around 14,000 undergraduate, graduate, and doctoral students across a multitude of

disciplines. The institution has approximately 450 incoming and outgoing exchange students each year which highlights the importance of cultural exchange (University of Adger, n.d.). The US institution is also a publicly funded higher education institution in the Southeastern US that serves about 31,000 students. On average, 1,300 students from the US institution study abroad each year (Clemson University, 2025).

4 Context of the Participants

Over the past two years of the program, ten participants (five from each university) have exchanged. The participants are enrolled in a wide variety of programs (Bachelors, Masters, and PhD) that cover a multitude of STEM fields: Civil Engineering, Industrial Economy and Technology Management, Computer Science, Engineering and Science Education, Artificial Intelligence, and Mathematics Education. More specific information about the participants, including self-selected pseudonyms, can be found in Figure 1.

Name	Description
Maria	An undergraduate Civil Engineering student from Norway who participated in the exchange program in Fall 2024.
Red	A graduate Civil Engineering student from Norway who participated in the exchange program in Fall 2024.
Sophia	A graduate student in Civil Engineering and Industrial Economy and Technology Management from Norway who participated in the exchange program in Fall 2024.
Florence	An undergraduate Civil Engineering student from the United States who participated in the exchange program in Spring 2024.
Gigi	A graduate student and graduate instructor of the exchange course in Engineering and Science Education from the United States who participated in the exchange program in Spring 2024.
Michael	An undergraduate Artificial Intelligence student from Norway who participated in the exchange program in Fall 2024.
Superman	An undergraduate student in Mathematics Education from Norway who participated in the exchange program in Fall 2024.
Avery	A graduate student and graduate instructor of the exchange course in Engineering and Science Education from the United States who is currently on exchange this semester (Spring 2025).

Figure 1. Participant pseudonyms and descriptions.

5 Methods

The interviews were conducted using a photovoice methodology (Sutton-Brown, 2014) that was aimed at capturing participants' experiences and worldviews. Participants were tasked with selecting 10 photographs that captured their experiences from the most recent semester. The photographs were printed as artifacts for the interview and participants were asked to select five of the printed photographs. The protocol included the following questions: "Why did you take or select a picture of this?", "What does this picture tell us about your life?", and "How can this picture provide

opportunities for us to improve life and society?” Interviews lasted from 30 minutes to an hour, were recorded using Zoom, and transcribed using Microsoft Word. The authors reviewed the transcripts to familiarize themselves with the data and proceeded to use the temporary chat function in ChatGPT (due to privacy protections) to extract themes across the anonymized transcripts. Author One and Author Two reviewed the transcripts for the themes and discovered additional examples which we summarize in the results section below.

6 Results

Our analysis revealed that dimension one and dimension four were indistinguishable within this context. When participants identified and analyzed issues, they also addressed actions they took to develop solutions or recognized avenues in which they could promote advocacy. This suggests that examining local, global, and intercultural issues is inherently linked to taking action for universal well-being and sustainable development. Given this overlap, we consolidated these dimensions into a single overarching theme. In the following section, we provide rich descriptions of our findings.

6.1 Awareness of Global Challenges & Advocacy for Sustainability

Due to the STEM focus of the exchange program, participants largely discussed examining local and global problems connected to STEM. Previously, Red had not deeply thought about the issues of water contamination and sustainability in the US or in Norway. She recognized that she “doesn’t collect water back home,” but expressed how people could benefit from “a hands-on experience” to better understand local issues of water pollution. Florence wished courses “had more focus on global challenges” and engaged in the exchange program to broaden her perspective of local, global, and cultural issues. The exchange program and education-based course supplemented other activities she engaged in, including Engineers for Developing Communities, and aligned with her aspirations of solving water sanitation problems.

While in Norway, Florence expanded her volunteerism to work with the Student Academic International Help Fund, an organization that runs “a different campaign every semester or year depending on what’s happening in the world.” The most recent campaign focused on access to education; Florence noted that “Norway had just instituted fees for international students and it was prohibiting a lot of students, particularly people who live in places where they can’t receive an education, from immigrating to Norway.” Florence was able to dive deeply into the world of “for profit vs. non-profit” higher education in Norway and the US. She expanded her volunteerism through “Democracy Week,” a week hosted by the city “for students from all over Europe to talk about the future of democracy and human rights.” Florence thought she was just volunteering to help organize the conference; however, she ended up moderating a conversation on stage between the Rector of the university and the former European Union Affairs Minister for Sweden. She advocated for the conference attendees to stay politically active and seek out opportunities to support human rights.

6.2 Building Empathy Through Shared Experiences

Participants' experiences involved forming bonds through collaborative settings, including academic and social activities, helped deepen their empathy for diverse perspectives. Before her exchange semester, Sophia had never expressed interest in attending a sporting event and described herself as "not a sports person." During her time in the US, she saw "sports [as] such a big thing" across the country. Sophia attended sporting events (e.g., football games, soccer matches) and realized that sports had the ability to foster inclusion and a sense of community; "you don't need to be a sports fan to go to sports events because sports events are more like social events... that's how I see it while I've been here." Similarly, Red found sports to be an inclusive environment as an exchange student. She found that it was "hard to get to know" peers in her classes, but noted that "it's easier when you do a sport because then you [are] kind of forced together." Michael and Superman also used ultimate frisbee as a way to make friends; a local student invited them to partake in a "true authentic Thanksgiving dinner" where Michael "felt like one of the brothers" and "appreciated the time [he] spent with them because [the family was] really nice." Yet, Michael found it easier befriending exchange students "because they don't [previously] know each other" and was able to travel with them to different cities around the US.

Avery discussed how she fostered collaboration and dissolved cultural barriers within the exchange class she instructed. She leveraged active learning techniques, including Kahoot, sticky notes, and whiteboards to promote "interacting with other students, socially, building community within the class." Avery created a space that supported an exchange of ideas between both students from Norway and the US. She reflected on the benefits of going on exchange, "your view or outlook on the world is a little bit different just from life experiences in other cultures." Through these shared social and academic experiences, participants developed a deeper appreciation for their host countries.

6.3 Navigating Cultural and Academic Differences

Multiple participants discussed the cultural differences between their exchange and home countries. Gigi mentioned Norwegian's reserved nature when interacting with strangers, noting that "[Norwegians] don't necessarily talk to you [as a non-Norwegian]." She also identified Norwegian's affinity for nature and how it influenced her own curiosity for the outdoors: "the culture of Norway is very much like you spend time outside and they have this law in place where you can go anywhere, even if it's someone's property." Before coming to the US, Michael had "heard some things about [southern hospitality]" but he didn't expect to experience it. One of his most impactful examples was starting a conversation at a hockey game in Chicago with a random person who by chance was an alumna at his exchange university. The person invited Michael to "[his] mom's tailgate" and "sent a message from [Michael's] phone to her." Michael described attending the tailgate as feeling "like we were going to [meet] family."

Maria and Sophia both spoke about the difference in academic systems between the US and Norway. Maria noted the difference in the amount of work between the two structures. She described the Norwegian structure as students "usually just work[ing] a lot during the last month or two of the semester" while in the US, she noticed that students "work continuously." Maria was quick to express that she "liked [the US'] structure better" due to the multiple assignments each week that contribute to her grade and the feedback on her

progress to understanding. Sophia was surprised about the size of the workload in each course and found the weekly assignments overwhelming but also recognized that “it was really easy to get good grades.” Sophia struggled in finding courses that were compatible to her major in Norway due to her major “not directly translating to a major here at [the US institution].”

7 Discussion

This study highlights how international exchange programs foster global competence through experiential learning, building empathy through social interactions, and navigating cultural and academic differences. The findings reinforce prior research emphasizing the transformative impact of exchange programs on intercultural awareness (Jaiswal & Sapkota, 2024; Samira & Abdderrahim, 2024; Gita, 2018). Through their global competence, students gained a deeper understanding of the complexities of sustainability, cultural diversity, and the social dynamics of different academic environments.

Participants’ engagement in real-world STEM challenges demonstrated the importance of contextual learning for understanding global issues. While formal coursework was part of the students’ exchange experiences, social and experiential learning environments emerged as more impactful facilitators of cultural competence development. Social integration was essential for developing empathy and cultural understanding. Collaborative environments, including sports and academic activities, helped participants form meaningful connections and gain diverse perspectives. The cultural and academic differences also shaped participants’ experiences. Some participants reflected on social norms and highlighted the need for cultural adaptability, while others provided insights into academic structures that may enhance learning outcomes.

These findings have important implications for educators. Deliberate integration of experiential learning, social engagement, and support for cultural adaption can better equip students to navigate global challenges. For instance, open discussions about local events can reveal cultural values and social dynamics. These discussions can be linked to course topics such as global communications while building on students’ lived experiences. We pose the following questions: What specific strategies and practices can you implement to effectively foster global competence in your classroom? How can you support the academic, social, and emotional growth of exchange students?

References

- Bolick, M. A., Thomassen, M., Apland, J., Spencer, O., Nicole, F., Tran, S. K. N., Voigt, M., & Lazar, K. B. (2024). Project-Based Learning in Interdisciplinary Spaces: A Case Study in Norway and the United States. *Education Sciences*, 14(8), 866. <https://doi.org/10.3390/educsci14080866>
- Clemson University. (2025) About Clemson. <https://www.clemson.edu/about/index.html>
- Gita, M. (2018). The Impact of Study Abroad on College Students' Intercultural Competence and Personal Development. *International Research and Review: Journal of Phi Beta Delta Honor Society for International Scholars*, 7(2), pp. 18-41.
- Jaiswal, A., & Sapkota, M. (2024) Global Horizons: Assessing the Impact of Study Abroad Programs on Intercultural Competence Development Pre-College Technology Students. *Journal of International Engineering Education*, 6(1). <https://doi.org/10.23860/jiee.2024.06.01.02>
- Ministry of Education and Research. (2020, October 30). A World of Opportunities: International student mobility in higher education. Government.no. <https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/meld.-st.-7-20202021/id2779627/?ch=2>
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2018). The OECD Pisa Global Competence Framework. <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/global-competence/Handbook-PISA-2018-Global-Competence.pdf>
- Samira, E., & Abderrahim, E. (2024). The Role of Cultural Exchange in the Development of Intercultural Competence in the Context of Cultural Diplomacy. *Journal of Humanities and Social Sciences Studies*, 6(1), pp. 62-70. <https://doi.org/10.32996/jhsss.2024.6.1.7>
- Sutton-Brown, C. A. (2014). Photovoice: A methodological guide. *Photography and culture*, 7(2), 169-185.
- University of Adger. (n.d.) Facts and History. <https://www.uia.no/english/about-uia/facts-and-history/index.html>

Presentasjon

Mestring, verdier og kostnader: Profilen av fysikkstudenter ved skandinaviske universiteter

Berit Bungum¹, Maria Vetleseter Bøe² og Magnus Strøm Kahrs¹

¹ Institutt for Fysikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet Norge

² Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo, Norge

Sammendrag: Fysikkstudier forbindes med høy vanskelighetsgrad og stor arbeidsmengde, og tiltrekker seg ambisiøse studenter med sterk interesse for faget. Faget anses også som maskulint og har lav kvinneandel blant søkere og studenter. I dette bidraget presenterer vi resultater fra en spørreundersøkelse (N=428) i Norge, Sverige og Danmark som nyanserer dette bildet. Vi undersøker studentenes opplevelse av å studere fysikk gjennom mestringsforventning, verdier de legger til ved å studere fysikk og kostnader de forbinder med det. Gjennom klyngeanalyse av det kvantitative materialet finner vi tre grupperinger av fysikkstudenter som vi har kalt «de selvsikre studentene», «de motløse studentene» og «de verdidrevne studentene». Disse grupperingene gjenfinner vi ved ulike universiteter i Skandinaviske land, og begge kjønn er representert i alle gruppene, selv om profilene i noen grad er kjønnet. De motløse og de verdidrevne utgjør en majoritet av fysikkstudentene, og disse viser lav tro på egen mestring og høy relativ kostnad ved å studere fysikk. Vi konkluderer derfor med at institusjonene må gjøre tiltak i undervisning og studiemiljø for å ivareta ulike studentgrupper, og generelt støtte opp om studentenes tro på at de vil klare studiene tross kostnadene. Hva slags tiltak dette kan være presenteres som spørsmål til diskusjon.

Nøkkelord:

Fysikkstudenter, motivasjon, klyngeanalyse

1 Innledning

Fysikkstudier ved universitetene har ord på seg for å være maskuline, krevende og prestisjefylte, og tiltrekker seg gjerne studenter som er faglig sterke, ambisiøse og drevet av sterk motivasjon for faget (se Johansson, 2020). Dette antas gjerne å være årsak til en skjev kjønnsfordeling, og til at jenter velger bort faget. Hasse (2009) har imidlertid pekt på at ved å undersøke forskjeller mellom kjønn, kan man overse et større mangfold i studentgruppa. I dette bidraget ønsker vi å nyansere bildet av fysikk-studentene, gjennom analyse av kvantitative data fra en spørreundersøkelse blant førsteårs fysikkstudenter. Undersøkelsen tar for seg spørsmål knyttet til motivasjon og faglig identitet, verdier studenter ser i å studere fysikk og kostnader forbundet med det, samt mestringsforventning.

Undersøkelsen er gjennomført ved studieprogrammer i fysikk ved seks universiteter i Norge, Sverige og Danmark. Vi kan dermed også få indikasjoner på om det er slik at det finnes en generell «fysikkundervisningskultur» som studentenes svar reflekterer, eller om resultatene preges av nasjonale og/eller institusjonelle ulikheter. Problemstillingen er:

Hvilke profiler av fysikkstudenter finner vi i skandinaviske land, med hensyn på hvordan de ser på verdier og kostnader ved å være fysikkstudent og hvilke forventninger de har til egen mestring?

2 Teoretisk bakgrunn

Som teoretisk rammeverk for denne studien anvender vi Expectancy-Value-modellen (EV-modellen), utviklet av Eccles og Wigfield (2002). Her fortolkes studenters valg som påvirket av forventet mestring og den subjektive verdien studentene tillegger det valgene innebærer, inkludert den negative verdien av kostnader. Den subjektive verdien kan videre deles opp i dimensjonene interesseverdi («Hvor interessant er dette for meg?»), nytteverdi («Hvor nyttig blir dette for meg?»), oppnåelsesverdi («Hvor viktig er det for meg å oppnå dette?») og relativ kostnad («Hva vil dette koste meg i tidsbruk, innsats eller forsakelser?»)

Verdiene og mestringsforventningen vi tillegger et valg er påvirket av tidligere erfaringer, samt sosiale og kulturelle faktorer. Imidlertid er det mestringsforventning og de subjektive verdiene som direkte påvirker valget, og det er disse dimensjonene vi undersøker i denne studien. I diskusjonen spør vi hvordan institusjonene kan endre bakenforliggende faktorer og slik påvirke studentenes mestringsforventning og den verdien de opplever at fysikkstudiet gir.

3 Forskningsmetode

3.1 Spørreskjema og konstrukter

Undersøkelsen er gjennomført med et spørreskjema utviklet i samarbeid mellom norske, danske og svenske forskere, og det ble produsert en versjon på hvert språk. Spørreskjemaet har totalt 100 spørsmål (items), mange gradert på en 5-delt Likert-skala, samt noen åpne spørsmål med fritekstsvar. I analysen som rapporteres her har vi brukt 16 spørsmål og gruppert dem i konstrukter basert på EV-modellen (i parentes angis eksempler på spørsmål samt reliabilitet målt ved Cronbach's α):

- Interesseverdi: («Jeg er veldig interessert i å lære nye ting i fysikk», $\alpha=0,69$)
- Nytteverdi («Jeg tror at det jeg lærer i fysikk vil bli nyttig for meg i framtiden», $\alpha=0,70$),
- Oppnåelsesverdi («Det er viktig for meg å gjøre det bra i fysikk», $\alpha=0,56$),
- Mestringsforventning («Jeg er flink nok i fysikk til å klare eksamen i emner jeg tar nå», $\alpha=0,80$)
- Kostnad («Jeg får gjort mindre av andre ting jeg liker, fordi jeg studerer fysikk», $\alpha=0,73$).

Det eneste konstruktet med svak reliabilitet er oppnåelsesverdi (Cronbach's $\alpha=0,56$). Oppnåelsesverdi har ikke vært studert like inngående som de andre konstruktene i modellen, og forskningsfeltet jobber fortsatt med å finne gode kvantitative mål på dette (se Eccles, & Wigfield, 2020).

For å finne profiler av studentenes svar har vi gjort klyngeanalyse (K-means cluster analysis) basert på respondentenes skår på de fem konstruktene. Det vil si at analysen lager grupper (klynger) av respondenter som ligner på hverandre når det gjelder hvor stor interesseverdi, nytteverdi, oppnåelsesverdi, mestringsforventning og kostnad de tillegger det å studere fysikk. Etter å ha utforsket løsninger med to, tre og fire klynger, fant vi at tre klynger ga de mest meningsfulle og robuste profilene. Vi gjorde først klyngeanalyse for landene hver for seg, og i de norske dataene også for hver institusjon. Det viste seg at klynger vi fant ved en institusjon kunne gjenfinnes ved andre institusjoner og i andre land. Klyngeanalysen som presenteres her er derfor gjort på alle respondentene samlet.

3.2 Utvalg

Utvalget består av 428 førsteårsstudenter i fysikk i Norge ($N=166$), Sverige ($N=94$) og Danmark ($N=168$). Disse er rekruttert gjennom at vi fikk bruke tid i forelesninger i fysikk til å orientere om undersøkelsen og til at studentene fikk fylle ut skjemaet. Det ble også sendt ut en melding til alle studentene etter den aktuelle forelesningen, med mulighet for dem som ikke var til stede til å fylle ut skjemaet. Dette resulterte i en responsrate på litt over 50%, regnet fra antall registrerte studenter på emnene. Vi må ta forbehold om at det kan være noen systematiske skjevheter i utvalget ved at studenter som ikke pleier å møte til forelesning ikke er godt representert.

4 Resultater

4.1 Verdier, kostnader og mestringsforventning ved å være fysikkstudent

Hvordan vurderer fysikkstudentene verdier og kostnader ved å være fysikkstudent, og hvilke forventninger har de til egen mestring? Tabell 1 viser middelveier og spredning (standardavvik) på verdier, kostnad og mestringsforventning for alle studentene i undersøkelsen. Vi ser at de vurderer interesseverdi, nytteverdi og oppnåelsesverdi likt og relativt høyt. Middelveier av mestringsforventning er relativt lav og de vurderer kostnaden ved å være fysikkstudent som middels stor, men disse to konstruktene har stor spredning.

Resultatene gav en slående likhet mellom landene og institusjonene i middelveier på alle konstruktene; vi rapporterer derfor ikke disse resultatene pr land eller institusjon. Vi finner imidlertid noen kjønnsforskjeller i materialet: Kvinner oppgir i snitt høyere kostnad enn menn (middelveier 4,0 mot 3,6) og lavere mestringsforventning (middelveier 2,8 mot 3,3). I det følgende skal vi imidlertid se at det er andre grupperinger enn kjønn som står for variasjonen i hvordan det oppleves å være fysikkstudent.

Tabell 1. Middelveier og spredning målt i standardavvik på verdier, kostnad og mestringsforventning ved å være fysikkstudent for alle fysikkstudentene i undersøkelsen (N=428). Skalaens verdier er: 1 (Helt uenig), 2 (Delvis uenig), 3 (Nøytral), 4 (Delvis enig) og 5 (Helt enig).

	Middelveier	Standardavvik
INTERESSEVERDI	4,3	0,58
NYTTEVERDI	4,3	0,62
OPPNÅESESVERDI	4,3	0,54
MESTRINGSFORVENTNING	3,1	0,85
KOSTNAD	3,8	0,84

4.2 Hvilke studentprofiler skjuler seg bak middelveiene? Resultater fra klyngeanalyse

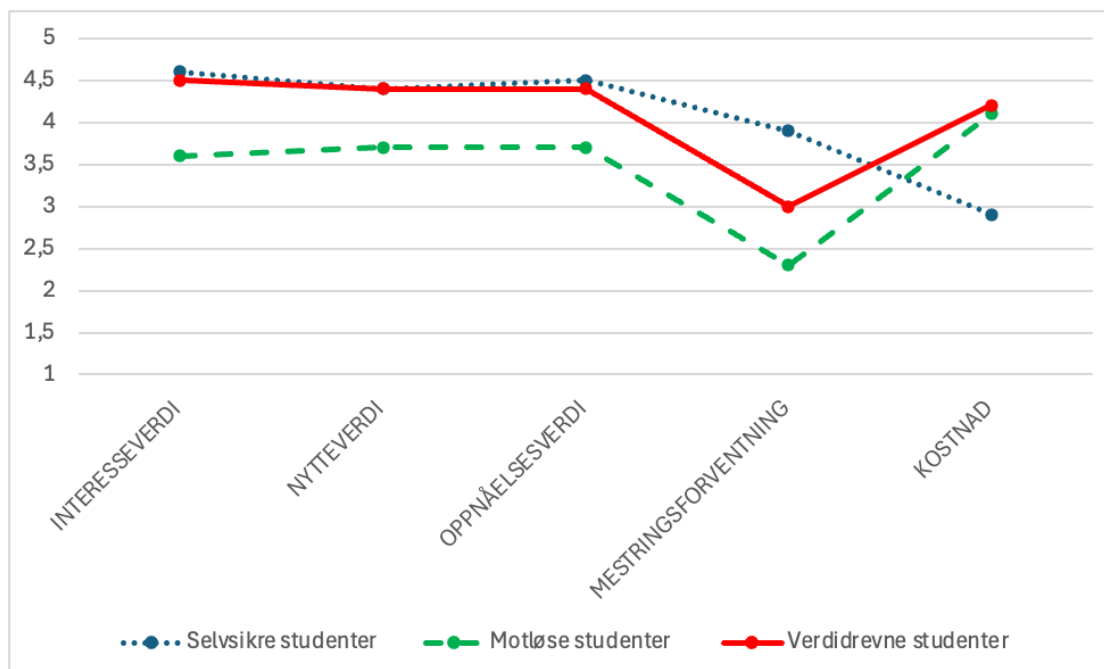
Klyngeanalyse gir oss tre klynger hvor konvergens oppnås, det vil si at klyngene er tydelige i materialet. Vi har navnsatt klyngene utfra middelveiene på konstruktene som *selvsikre* studenter (klynge 1), *motløse* studenter (klynge 2) og *verdidrevne* studenter (klynge 3). Middelveier og spredning for konstruktene er gitt i tabell 2, og illustrert grafisk i Figur 1. Basert på dette kan de tre klyngene karakteriseres som følger:

- Klynge 1, selvsikre studenter (N=138) viser svært høy skår på interesse, nytte og oppnåelse, ganske høy mestringsforventning og relativt lav kostnad ved å være fysikkstudent.
- Klynge 2, motløse studenter (N=93) viser betydelig lavere skår på interesse, nytte og oppnåelse, svært lav mestringsforventning og høy opplevd kostnad.

- Klynge 3, verdidrevne studenter, (N=197) utgjør nesten halvparten av studentene. Disse likner klynge 1 ved å ha høy skår på interesse, nytte og oppnåelse, men har lavere mestringsforventning og opplever, likt klynge 2, en høy kostnad ved å være fysikkstudent.

Tabell 2. Middelverdier og spredning målt i standardavvik på konstrukter for hver klynge. Skalaens verdier er: 1 (Helt uenig), 2 (Delvis uenig), 3 (Nøytral), 4 (Delvis enig) og 5 (Helt enig).

	Klynge 1 Selvsikre studenter (N=138)	Klynge 2 Motløse studenter (N=93)	Klynge 3 Verdidrevne studenter (N=197)
	Middelverdi (standardavvik)	Middelverdi (standardavvik)	Middelverdi (standardavvik)
INTERESSEVERDI	4,6 (0,35)	3,6 (0,61)	4,5 (0,37)
NYTTEVERDI	4,4 (0,58)	3,7 (0,66)	4,4 (0,45)
OPPNÅELESVERDI	4,5 (0,41)	3,7 (0,59)	4,4 (0,39)
MESTRINGSFORVENTNING	3,9 (0,59)	2,3 (0,69)	3,0 (0,62)
KOSTNAD	2,9 (0,62)	4,1 (0,67)	4,2 (0,46)



Figur 1: Middelverdier på konstrukter for klyngene selvsikre studenter (prikkete linje), motløse studenter (stiplet linje) og verdidrevne studenter (heltrukken linje). Skalaens verdier er: 1 (Helt uenig), 2 (Delvis uenig), 3 (Nøytral), 4 (Delvis enig) og 5 (Helt enig).

4.3 Hvordan fordeler klyngene seg på kjønn, land og institusjoner?

Kvinnelige studenter fordeler seg med 20 % i klynge 1 (selvsikre studenter), 30% i klynge 2 (motløse studenter) og 50% i klynge 3 (verdidrevne studenter). Mannlige studenter fordeler seg med 38% i klynge 1, 17% i klynge 2 og 45% i klynge 3. Siden det er betraktelig færre kvinner enn menn i det totale utvalget vil man derved i klynge 1 med de selvsikre studentene finne få kvinner relativt til menn, men likevel har denne klyngen ca. 20% kvinner. Av samme grunn er det i gruppen av motløse studenter halvparten som er menn. Selv om resultatene kan sies å være «kjønnet» ved at klyngene har ulik kjønnsfordeling, er det langt større forskjeller i middelverdiene mellom klyngene enn det er mellom kjønnene.

Når det gjelder land finner vi at det blant norske studenter er en mindre andel studenter i klynge 3 (verdidrevne studenter) enn i Danmark og Sverige, og tilsvarende flere blant både de selvsikre og motløse studentene (klynge 1 og 2). Danmark og Sverige er mer like hverandre i studentenes fordeling på klynger. Imidlertid viser resultatene til dels betydelige forskjeller også mellom institusjoner i samme land, men her blir antall studenter i hver gruppering for lavt til å gjøre detaljerte analyser, siden svar fra enkeltstudenter kan påvirke resultatene kraftig. Hvilken betydning institusjonelle faktorer har for hvordan studentene opplever studiets verdier og kostnader er derfor et felt for videre forskning.

5 Konklusjon og spørsmål til diskusjon

I denne undersøkelsen har vi funnet og karakterisert tre profiler av fysikkstudenter i nordiske land, ved hjelp av klyngeanalyse for konstrukter som måler verdier, kostnader og mestringsforventning de opplever ved å studere fysikk. De tre profilene karakteriseres som de *selvsikre* studentene, de *motløse* studentene og de *verdidrevne* studentene. Disse resultatene er robuste ved at klyngene av fysikkstudenter kan finnes i alle land og institusjoner i undersøkelsen. Middelverdiene er omtrent like store for ulike land og institusjoner. Imidlertid er *andel* studenter i hver klynge noe ulik mellom land og institusjoner, og årsaker til dette er trolig sammensatte. Det kan handle om opptaksnivå eller institusjonelle faktorer som hvilke forventninger og krav som stilles til studentene, undervisningsmåter eller sosiale og kulturelle forskjeller i studentmiljøene.

Resultatene er tydelig kjønnet, ved at mannlige studenter finnes med en større andel blant de selvsikre, og kvinnelige studenter har en noe større andel blant de motløse studentene - men nær halvparten av de motløse studentene er likevel menn. Profilene vi har identifisert i form av klynger gir altså et langt mer nyansert bilde av ulikheter i studentgruppa enn man får ved å kun analysere kjønnsforskjeller isolert, i tråd med hvordan Hasse (2009) har pekt på at å fokusere på kjønn kan tilsløre et større mangfold.

Resultatene har betydning for hvordan vi bør møte de nye fysikkstudentene og følge dem opp gjennom studiet. En del av studentene gir svar som tyder på at de er selvsikre og motiverte, og de passer dermed inn i det stereotype bildet av en fysikkstudent (se Johansson, 2020). Resultatene viser imidlertid at disse selvsikre studentene utgjør bare omkring en tredjedel av studentene. Spesielt er det viktig å være bevisst på at vi har

mange studenter som opplever lav mestring og høy kostnad ved å studere fysikk, og at en god del av disse likevel rapporterer høy interesse for faget, høy nytteverdi og høy verdi av hva de personlig føler de oppnår ved å studere fysikk (de «verdidrevne studentene»). Man kan anta at spesielt de “møtløse studentene” er sårbare og står i fare for å slutte på studiet, siden de opplever høy kostnad og lite mestring, uten å kunne “flyte på” sterk interesse eller opplevelse av nytteverdi. Både studentene og institusjonene vil trolig dermed ha fordel av tiltak som kan forbedre studentenes mestringsfølelse og opplevd nytteverdi, og gjøre dem trygge på at de vil kunne fullføre studiet sitt – tross kostnadene forbundet med å studere fysikk. Videre forskning i prosjektet vil kunne avdekke om de ulikheter vi ser mellom studenter i ulike land og institusjoner kan skyldes institusjonelle faktorer som det er mulig å påvirke.

Vi foreslår følgende spørsmål til diskusjon:

1. Hvilke tiltak fra institutter og faglærere kan bidra til å styrke studentenes tro på egen mestring?
2. Hva kan bidra til at studieopplegg best mulig ivaretar *ulike* profiler av studenter?

Takk til

alle studentene som har svart på undersøkelsen, og til forelesere som velvillig har gitt oss undervisningstid for å få inn svarene.

Referanser

- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual review of psychology*, 53(1), 109-132.
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 61, 101859. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859>
- Hasse, C. (2002). Gender Diversity in Play With Physics: The Problem of Premises for Participation in Activities. *Mind, Culture, and Activity*, 9(4), 250–269. https://doi.org/10.1207/S15327884MCA0904_02
- Johansson, A. (2020). Negotiating Intelligence, Nerdiness, and Status in Physics Master's studies. *Research in Science Education*, 50(6), 2419-2440. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9786-8>

Presentasjon

Hvorfor karakterer ikke gir mening

Per-Odd Eggen

¹IFY, NTNU, Norge

Sammendrag: Presentasjonen tar utgangspunkt i offentlige dokumenter om vurdering fra regjeringen.no, NOKUT og universitetene. Det argumenteres for at inndeling av karakterer på en seksdelt skala ikke kan være et presist mål for kandidatens kompetanse og at karakterene har liten informasjonsverdi, gitt at vurderingen skjer i tråd med kvalitetsrammeverket. NIFUs arbeidsgiverundersøkelse fra 2022 viser liten sannsynlighet for at karakterene har særlig nytteverdi ved ansettelser. Til slutt drøftes konsekvensene av vurderingsordningen for kvaliteten av utdanningen og det blir delt noen erfaringer fra utprøving av karakterfri utdanning ved NTNU. Konklusjonen er at karaktergivingen delvis er misvisende, har liten bruksverdi, at den i stor grad påvirker utdanningen negativt og at det finnes gode, karakterfrie alternativer.

Nøkkelord:

Vurdering, karakterer, karakterfri

Hvorfor karakterer ikke gir mening

1 Presentasjon

1.1 *Hvor presis er karakterenes gradering av kompetanse?*

Det er nå 25 år siden St.meld. nr. 27, 2000-2001, punkt 5.3.6 foreslo å fase ut den gamle karakterskalaen med 31 ulike bestått-trinn, fra 1,0 til 4,0. De påpekte at det særlig var «relevant å stille spørsmål ved om man kan vurdere med tidels nøyaktighet prestasjoner i fag der det nødvendigvis er høy grad av skjønn i vurderingen.» [St.meld.nr. 27 (2000-2001) del 2]. Det er rimelig å anta at dagens fem beståttnivåer gir høyere reliabilitet i vurderingen enn tilfellet var før år 2000, men det er fortsatt mange spørsmål som kan og bør stilles om universitetenes vurderingspraksis.

Etter UH-loven og Norsk kvalitetsrammeverk for høyere utdanning (NKR), skal alle UH-emner ha læringsutbyttebeskrivelser som viser at en kandidat har et sett med kunnskaper, ferdigheter og generell kompetanse etter å ha fullført et emne: «Det forutsettes at læringsutbyttet for rett nivå (6 for bachelor, 7 for master, 8 for doktorgrad) brukes ved utarbeidelse av læringsutbyttebeskrivelser i studieplanene ved institusjonene og ved akkreditering av studier¹.»

Vurderingen skal si «hvorvidt studenten har oppnådd det intenderte læringsutbyttet og eventuelt hvor god kompetanse hun eller han viser»².

Det er flere grunner til at dette er vanskelig å oppnå. Et grunnleggende kjennetegn på læringsutbyttebeskrivelsene, er at de ikke angir noe *nivå* for det som skal oppnås. Det står for eksempel at en kandidat på bachelor-nivå «kan anvende faglig kunnskap og relevante resultater fra forsknings- og utviklingsarbeid på praktiske og teoretiske problemstillinger og treffe begrunnede valg». Hva dette betyr, blir det opp til den enkelte emneansvarlige å finne ut av. Det samme gjelder hva som skiller en testsituasjon som viser disse kvalitetene, og dermed skal gi bestått (karakter E eller bedre) fra en som ikke er bestått.

En skriftlig eksamen gir begrenset informasjon om kompetansen den skal gjenspeile. Besvarelsene kan neppe si noe om studenten kan «oppdatere sin kunnskap innenfor fagområdet» eller kan «reflektere over egen faglig utøvelse og justere denne under veiledning», noe som skal være med i læringsutbyttebeskrivelsene³. I en travel undervisningshverdag, der mange kandidater skal vurderes, har klagerett og karakteren skal settes innen tre uker etter eksamen, blir løsningen oftest (i følge NOKUTs skriv om *Kvalitetssikring av eksamensoppgaver*⁴) en *tradisjonell skoleeksamen*.

Den europeiske ECTS-standard angir at karakterene fordeles slik at de 10% dårligste skal ha E, deretter 25% D, 30% C, 25% B og 10% A. I Norge skal *ikke* karakterene normalfordeles slik det gjøres i resten av Europa, men i stedet er det et mål at de skal

¹ Hentet fra regjeringen.no

² Fra NOKUT om [Vurdering og eksamen](#)

³ Disse beskrivelsene er hentet fra «Nivåbeskrivelser i Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk for livslang læring (NKR), Nivå 6.2

⁴ https://www.nokut.no/globalassets/nokut/rapporter/nasjonal-deleksamen7/sykepleier/kvalitetssikring-av-eksamensoppgaver_eks-fra-sykepleierutd.pdf

angi kvaliteten på studentens prestasjon. "Sensor skal vurdere en prestasjon basert på fastsatte kriterier og ikke det relative resultatet innenfor en gruppe eller et kull" (Mld.st. 16 (2016-2017)). NOKUTs egne undersøkelser reiser tvil om vurderingen i realiteten er kriteriebasert, blant annet i *Er karakterer rettferdige? Et notat om klagesensur September 2017*⁵

Det er opp til den enkelte sensor å vurdere om kompetansekravene er oppfylt som f.eks. en «akseptabel prestasjon med noen vesentlige mangler» noe som beskriver karakteren D, eller om det er en «Jevnt god prestasjon som er tilfredsstillende på de fleste områder», og dermed gir karakteren C.

Det finnes ikke klare retningslinjer for hvordan en prestasjon i en vurderingssituasjon skal vurderes kvalitativt. Karakterene må dermed settes basert på skjønn, med utgangspunkt i læringsutbyttebeskrivelser som ikke angir nivå for det som skal presteres. Et alternativ til bare å gjøre en slik skjønnsmessig vurdering, er å basere den på et poengsystem, slik Figur 1 viser:

Karakterskala for prosentvurderingsmetoden	
A:	89–100 poeng
B:	77–88 poeng
C:	65–76 poeng
D:	53–64 poeng
E:	41–52 poeng
F:	0–40 poeng
Skalaen benyttes først og fremst på teknologiemner, masteroppgaver innenfor matematikk, naturvitenskap, teknologi, lektorutdanning i realfag og 2-årige masterprogram ved Det medisinske fakultetet. Sensor er ikke pålagt å bruke prosentvurderingsmetoden.	
Karaktergrensene er veiledende.	

Figur 1 «Prosentvurderingsmetoden», hentet fra nettsidene til ntnu⁶

Selv om karakteren settes på grunnlag av poengskår, vil vurderingssituasjonen avgjøre om vurderingen i realiteten er kriteriebasert. Har man en slutteksamen som består av utelukkende dikotomiske (rett/feil) flervalgsoppgaver, vil vurderingen være enkel rent matematisk, og den vil framstå som kvantitativ. En slik eksamen vil være i dårlig samsvar med læringsutbyttebeskrivelsene, siden disse skal inneholde elementer som ikke kan vurderes dikotomisk. En vurderingssituasjon som er mer åpen kan også vurderes med poengskala, men da vil poengberegningen i realiteten oftest være skjønnsmessig. Dermed framstår vurderingen objektiv og kvantitativ, mens den i realiteten er skjønnsbasert.

Siden det ikke er utarbeidet et etterprøvbart krav til nivå for universitetsemner, er grunnlaget for å gradere kompetanse mangelfullt. Karakteren blir dermed et resultat av en enkeltpersons⁷ inntrykk fra en vurderingssituasjon, basert på den kunnskapen og de tradisjonene sensor har med seg. Ofte er læringsutbyttebeskrivelsene generelle, og

⁵ https://www.nokut.no/globalassets/nokut/notater/2017/er_karakterer_rettferdige_2017.pdf

⁶ <https://i.ntnu.no/wiki/-/wiki/norsk/prosentvurderingsmetoden>

⁷ I en del tilfeller skal det være to sensorer, se UH-loven §§11-6 og 11-7.

eksamen begrenset til konkrete problemstillinger som er enkle for en sensor å vurdere på en rett-feil-skala. I så fall sier karakteren lite om kompetansen slik den er beskrevet i NKR. Eksemplet vist i Figur 3 under viser utdrag fra NOKUTs retningslinjer for vurdering i UH-sektoren, der de bruker *Nasjonal deleksamen i anatomi, fysiologi og biokjemi* for sykepleiere (utarbeidet av NOKUT) som utgangspunkt. Fra NOKUTs analyse av oppgavene i Figur 2, ser vi at de bruker den statistiske sammenhengen mellom andelen rett svar på oppgaven og skår på hele prøvesettet til å konkludere med at oppgave 5.12 er en «svært god eksamensoppgave» og at oppgave 5.18 er «litt mer urettferdig».

De to flervalgsoppgavene nedenfor (oppgave 5.12 og 5.18) er hentet fra nasjonal deleksamen for sykepleier desember 2016. Analysene viser at 64 % svarte riktig på 5.12, og at disse studentene i gjennomsnitt fikk 57 poeng ($z = 0.36$) av totalt 100 poeng på hele eksamenssettet. 36 % svarte galt på 5.12, og disse studentene i gjennomsnitt fikk 35,5 poeng ($z = -0,64$) av totalt 100 poeng på hele eksamenssettet. Avstanden i z-skår mellom de som svarte riktig og de som svarte galt viser at oppgaven totalt sett diskriminerer eller skiller godt mellom studenter med høy og lav dyktighet, og at dette er en svært god eksamensoppgave. Vi ser på tilsvarende måte at oppgave 5.18 skiller svakere mellom studenter med høy og lav dyktighet, og at oppgaven dermed er en urettferdig eksamensoppgave. Oppgave 5.12 har dermed bedre egenskaper som eksamensoppgave enn oppgave 5.18:

5.12 Hvilket utsagn om nyrene er riktig?

- A. Filtrasjon av blodet foregår i distale tubuli
- B. Råurin/preurin inneholder erytrocytter og store proteiner
- C. Reabsorpsjon foregår i tubuli og samlerør
- D. Sekresjon er transport av urin fra samlerør til nyrebekken

Riktig svar: C

5.18 Hvilket utsagn om temperaturregulering ved feber er riktig?

- A. Ved stigende feber er blodstrømmen i huden nedsatt
- B. Ved stigende feber øker blodstrømmen i huden
- C. Den forhåndsinnstilte temperaturen i hypotalamus senkes når feberen stiger
- D. Det er typisk å få skjelvinger når feberen synker

Riktig svar: A

Figur 2 Utsnitt fra NOKUTs *Kvalitetssikring av eksamensoppgaver: eksempler fra sykepleierutdanning*⁸

At denne prøven stort sett tester reprodutiv kunnskap, gjør det vanskelig å hevde at oppgavene er uavhengige av hverandre. Dette svekker også påstandene om oppgavenes kvalitet. I tillegg er denne nasjonale prøven ikke bare brukt som deleksamen. Det finnes eksempler på at den gir 100% av karaktergrunnlaget i et emne. Når en eksamen i hovedsak tester reprodutiv kunnskap og i tillegg teller hundre prosent, vet vi at vurderingsformen ikke er dekkende for læringsutbyttebeskrivelsene slik de skal være ifølge Kvalitetsrammeverket. En tilsvarende undersøkelse av andre emner viser at eksemplet over ikke er et unntak, men derimot et vanlig fenomen.

1.2 Hvor stor informasjonsverdi har karakteren ved ansettelse?

Universitets og høyskoleloven angir ikke noe formål med vurderingen i UH-sektoren. Ved et søk ble det heller ikke funnet noen beskrivelse av formål hos de ulike UH-institusjonene, mens NOKUT beskriver sluttvurderingen som «en kontrollmekanisme på oppnådd læring». Det er interessant å merke seg at NOKUT relaterer sluttvurderingen til læring og ikke til «fastsatte kriterier», slik Mld.st. 16 (2016-2017)) angir.

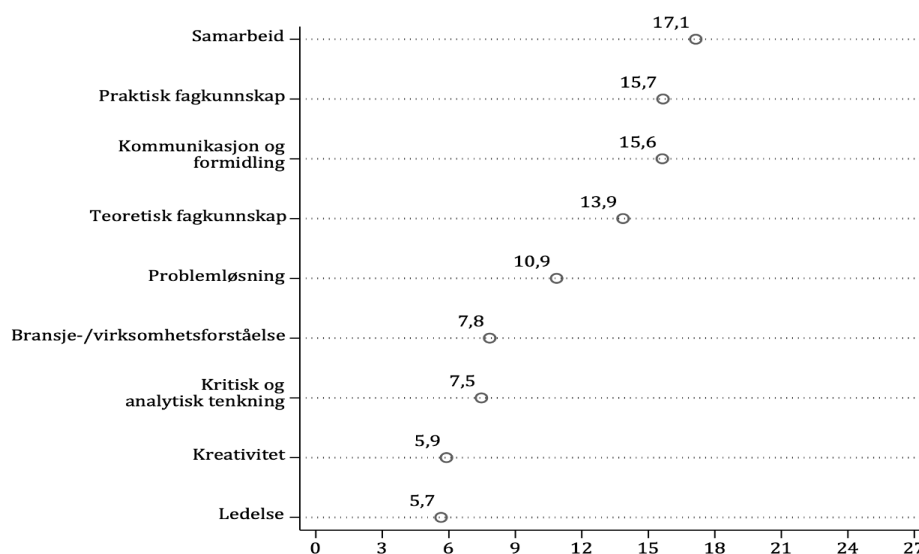
Den årlige investeringen i flere hundremillionersklassen som vanligvis går med til å rangere studenter med karakter må ha en antatt bruksverdi. Et mulig formål med

⁸ https://www.nokut.no/globalassets/nokut/rapporter/nasjonal-deleksamen7/sykepleier/kvalitetssikring-av-eksamensoppgaver_eks-fra-sykepleierutd.pdf

seksdelt karakterskala kan være at universiteter kan ha nytte av karakterstatistikk til f.eks. markedsføring, en annen at studenten kan ha interesse av å vite hvordan studieprestasjonen deres er vurdert. Her drøftes i stedet et tredje punkt - karakterene som redskap for rangering ved ansettelser:

Vitnemålet kan fortelle om en søker til en stilling er kvalifisert i forhold til utlysningen. Til dette trenger man ikke karakterer, men kan greie seg med bestått/ikke bestått. Vurdering fra A-E kan brukes for å rangere søkerne, for eksempel med et karaktergjennomsnitt av hele eller deler av vitnemålet. Ønsker man å gå i dybden, må man sjekke læringsutbyttebeskrivelsene for det aktuelle emnet det aktuelle året de ble gjennomført og i tillegg vurderingsformen, noe som kan være vanskelig tilgjengelig informasjon. Det er derfor rimelig å anta at karakteren og emnetittelen er den eneste informasjonen som er tilgjengelig om et emne i et vitnemål. Vi vet lite om vitnemålets rolle i ansettelsesprosesser, men lovverket gir vitnemålene større verdi i offentlig sektor enn i privat. I offentlig sektor kan rangering klages inn og fagorganisasjonene har en rolle. I privat sektor står virksomhetene friere.

*Arbeidsgiverundersøkelsen 2022: utdanning i et kunnskapsintensivt samfunn*⁹ viser at «en stor andel av arbeidsgiverne» er mer opptatt av arbeidserfaring enn utdanningsnivå. Dette varierer likevel mye, og noen yrker har strenge krav til formell utdanning, som f.eks. helse- og sosialfag. Rapporten sier ikke noe eksplisitt om betydningen av karakternivå, men viser likevel at bransjene rangerer evnen til samarbeid på topp av de ni undersøkte egenskapene en søker bør ha, og deretter praktisk fagkunnskap, slik Figur 3 viser. Teoretisk fagkunnskap kommer på fjerdeplass og problemløsning på 5.



Figur 5.1 «Tenk deg en situasjon der du kan velge hvilke egenskaper en nyutdannet søker med fagskole/bachelor/masterutdanning skal inneha. Vennligst alloker 100 poeng mellom egenskapene nedenfor, der du gir mest poeng til de egenskapene du anser som mest viktig i vurderinger av nyutdannede søkere» (Q5.1). Gjennomsnitt.

Figur 3 viser en av figurene fra NIFU-rapport 2024:1, *Arbeidsgiverundersøkelsen 2022: utdanning i et kunnskapsintensivt samfunn*, virksomheters vurderinger knyttet til fagskole-, bachelor- og masterutdannede kandidater.

⁹ <https://nifu.brage.unit.no/nifu-xmlui/bitstream/handle/11250/3114706/NIFUrapport2024-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (side 75)

Ut fra rangeringen av egenskaper ved ansettelse, der teoretisk kunnskap vektes sånn midt på treet, er det betimelig å stille spørsmål ved at det brukes såpass store ressurser til å seksgradere teoretisk kunnskap/reproduksjon i sluttvurderingen, mens samarbeidsevne ser ut til å vektlegges i liten grad.

Det finnes lite objektiv informasjon fra rekrutteringsbyråene som bidrar til ansettelse. I sin egen markedsføring hevder de at de vurderer personlige egenskaper og profil i tillegg til ulike kartlegginger. Det er rimelig å anta at intervju, selvrappotering og innhenting av referanseuttalelser er sentrale ved alle ansettelse i denne kategorien. Det er lite tilgjengelig informasjon om vektingen av karakterer i slike prosesser.

1.3 Hvordan påvirker karakterene studentenes arbeids- og læringsprosess?

Det viktigste argumentet for å unngå seksdelt karakterskala er ikke at karakterene er uegnet for å rangere basert på kompetanse, men påvirkningen den har på opplæringen.

Flere studier viser hvordan vurderingen påvirker opplæringen (Andrews et al., 2002; McKinley & Thompson, 2018). Det er også kjent at den påvirker hvordan studenter og undervisere prioriterer, deres arbeidsmetoder og dermed også læringsutbyttet (Boud & Dochy, 2010; Boud & Soler, 2016; Wiliam, 2011). Vurderingsordningen har også betydning for holdningene til det å studere (Dahlgren, 2009; Gorichanaz, 2022; Harlen et al., 2002).

Norsk UH har en hel rekke reguleringer for å sikre kvaliteten til en vurdering: Emneansvarlige må revidere læringsutbyttebeskrivelser og bestemme vurderingsordning til bestemte tidspunkter, studentene har klagerett og rett til begrunnelser, vurderingen må skje i det digitale systemet Inspira og vurderes innen en gitt frist, skoleeksamen kan ikke være en del av en mappevurdering, avhengig av vurderingssystemet skal det være én eller to sensorer og så videre, alt for å sikre kvaliteten i sluttvurderingen.

Men kontrollmekanismene for eksamensordningen har også hull. Det er ingen kontroll av verken innhold eller validitet av det faglige innholdet i en eksamen. Det finnes heller ikke noe formelt formål med vurderingen, noe som ville gjort det mulig å sjekke om formålet faktisk ble overholdt. Det er ikke noe system for å finne ut om det faglige omfanget i et emne korresponderer med antall studiepoeng eller med studentenes startkompetanse. Og det finnes ikke noe system for å måle effekten vurderingsordningen har på studentenes læring og arbeid med studiet.

For vurderingen er ikke bare en sjekk av resultatet av en utdanning, den påvirker også den samme utdanningen. Et sentralt spørsmål burde da være: Siden vurderingsordningen påvirker opplæringen, hvilken vurderingsordning bidrar til best mulig læring, og hva bidrar negativt? Begrepet konsekvensvaliditet (consequential validity) brukes om konsekvensen av vurderingsordningen på det som skal vurderes (Cizek et al., 2010; Cizek et al., 2008).

Alle reguleringene og de store kostnadene forbundet med eksamensavvikling tyder på at karakterene er ansett som viktige. Det er ikke tilsvarende oppmerksomhet rundt konsekvensene av karaktervurderingen på undervisningen.

Til slutt noen erfaringer fra utprøving av karakterfri eksamen ved IFY, NTNU:

- Studentene er ofte uvant med vurderingsformen Bestått/ikke bestått.

- En del av studentene ønsker gradert vurdering, spesielt før de har er faring med alternative vurderingsformer
- Gradert vurdering gir studentene motivasjon til en ekstra innsats fram mot vurderingssituasjonen. Ved Bestått/ikke bestått som vurderingsform bør det innføres et tilsvarende motiverende element. Dette kan for eksempel være at studentene får presentere sine resultater for sensor og hverandre.
- Ved å erstatte slutteksamen med arbeidskrav fordelt gjennom semesteret, oppnås det en jevnere arbeidsinnsats for en del av studentene.
- Vurderingsformen er bestått/ikke bestått forskyver prioriteringene til studenter fra det å imponere sensor i tema de behersker godt til arbeid med tema der de er usikre.

Referanser

- Andrews, S., Fullilove, J., & Wong, Y. (2002). Targeting washback—a case-study. *System*, 30(2), 207-223.
- Boud, D., & Dochy, F. (2010). Assessment 2020. Seven propositions for assessment reform in higher education.
- Boud, D., & Soler, R. (2016). Sustainable assessment revisited. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 41(3), 400-413.
- Cizek, G. J., Bowen, D., & Church, K. (2010). Sources of validity evidence for educational and psychological tests: A follow-up study. *Educational and Psychological Measurement*, 70(5), 732-743.
- Cizek, G. J., Rosenberg, S. L., & Koons, H. H. (2008). Sources of validity evidence for educational and psychological tests. *Educational and Psychological Measurement*, 68(3), 397-412.
- Dahlgren, P. (2009). *Media and political engagement: Citizens, communication and democracy*. Cambridge University Press.
- Gorichanaz, T. (2022). Relating information seeking and use to intellectual humility. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 73(5), 643-654.
- Harlen, W., Crick, R. D., Broadfoot, P., Daugherty, R., Gardner, J., James, M., & Stobart, G. (2002). A systematic review of the impact of summative assessment and tests on students' motivation for learning.
- McKinley, J., & Thompson, G. (2018). Washback effect in teaching English as an international language. *The TESOL encyclopedia of English language teaching*, 1-12.
- Wiliam, D. (2011). What is assessment for learning? *Studies in educational evaluation*, 37(1), 3-14.

Presentasjon

Praksis i teknologi-studier

Ola Furuhaug¹ Reidar Lyng²

¹ Institutt for elektrisk energi, NTNU, Norge

² SEED (Center for Science & Engineering Education Development), NTNU Norge

Sammendrag:

Emnet [TET4300 Studiepoenggivende praksis](#) ble initiert ved NTNU for å styrke arbeidslivsrelevans i studieprogrammene. Tre piloter er gjennomført i perioden 2022-2024 og en ordinær gjennomføring våren 2025. 137 studenter i 4.årstrinn ved tre ulike masterstudier har gjennomført emnet og 22 praksisbedrifter med tilstedeværelse i Trondheimsområdet har vært involvert.

Emnet er adgangsbegrenset og praksisplasser tildeles gjennom en anonymisert søknad- og tildelingsprosess basert på fagsammensetning og motivasjonsnotat, men ikke karakterer. Læringsaktivitetene er utviklet i samarbeide med [NTNU SEED](#) og følger prinsipper fra prosjektet [Fremtidens teknologistudier](#) ved NTNU. Vurdering etter karakterregel bestått/ikke bestått. Emnet gir 7,5 studiepoeng.

Studentene gir gode tilbakemeldinger på emnet og mener praksiserfaringen gir en forståelse og mestring de ikke opplever å få i ordinære emner. De mener videre at verdien av tidligere teoretiske emner øker fordi praksiserfaringen gjør at de ser eksempler på hvordan teorien kan anvendes. Studentene opplever at faglig veileder i praksis og sin medstudent er svært viktig for eget læringsutbytte i emnet.

Praksisbedriftene er engasjerte og ser verdi i kontakten med både studenter og NTNU i emne.

En eventuell oppskalering har utfordringer bl.a. med at det krever at flere bedrifter må involveres og at søknad- og tildelingsprosessen blir mer komplisert.

Nøkkelord:

Praksis, Næringsliv, Kontekstualisert læring

TET 3400 Studiepoenggivende praksis

1 Bakgrunn

Emnet [TET4300 Studiepoenggivende](#) praksis ved NTNU ble initiert av Forvaltnings Utvalget for Sivilingeniørutdanning (FUS) og første pilot var våren 2022. Ønsket var å gi studenter i 5.års studieprogram innen teknologi mer praksiserfaring i løpet av sin studietid. Emnet bidrar også til å oppfylle ønsker fra myndighetene om mer praksis inn i høyere utdanning i Norge, noe som bl.a. er uttrykt igjennom Stortingsmelding 16 (2020–2021) *Utdanning for omstilling— Økt arbeidslivsrelevans i høyere utdanning*. Frem til nå har det vært 3 pilotgjennomføringer i perioden 2022-2024 og en ordinær gjennomføring våren 2025.

2 Utforming av emnet

Antall studieplasser er avhengig av hvor mange praksisplasser som næringslivet i Trondheimsområdet tilbyr. Emnet er derfor et adgangsbegrenset emne. Læringsaktiviteter er utviklet i samarbeid med [NTNU SEED](#) og følger prinsipp fra prosjektet [Fremtidens teknologistudier \(FTS\)](#), ved NTNU. Emnet tilbys i vårsemesteret for studenter i 4.årstrinn.

Emnet forberedes på høsten ved å kontakte mulige praksisbedrifter. De bedriftene som ønsker å være med beskriver praksisplasser de ønsker å tilby. Praksisplassene tildeles etter en anonymisert søknadsprosess hvor studenter søker med motivasjonsnotater på opptil 4 ulike praksisbedrifter i prioritert rekkefølge. Bedrifter rangerer søknadene de mottatt og praksisplassene tildeles, fremdeles anonymt, ved å hensynta både studentenes og praksisbedriftenes rangeringer.

Det skal være minimum 2 studenter i hver praksisbedrift og alle studentene har en faglig veileder fra praksisbedrift. Emnet utgjør 7,5 studiepoeng.

2.1 3 pilotgjennomføringer (2022-24)

I 1.pilot var praksisperioden på 120t / 16 dager. I pilot 2 og 3 var praksisperioden på 150 timer/20 dager i praksis gjennom hele vårsemesteret. (15 onsdager + 5 fleksible dager). Studentene hadde i pilotperioden fritak for emnet Eksperter i Team (EiT) slik at tiden avsatt til EiT kunne brukes i sin helhet på TET4300. Studenter ved studieprogrammene Energi og miljø (2/5-årig) og Electric Power Engineering (2-årig) ved NTNU kunne søke opptak.

Eksperter i Team (EiT) er et signaturemne for master- og enkelte profesjonsstudier ved NTNU. I emnet settes studenter sammen i mindre, tverrfaglige team som får i oppgave å jobbe med samfunnsaktuelle problemstillinger. Sentrale elementer er

samspill – og tilbakemeldingsøvelser, refleksjon rundt roller og gruppedynamikk i eget team. Et hovedmål er å utvikle samarbeidskompetanse gjennom bevisstgjøring av hva som kjennetegner effektive team hvordan man selv kan bidra til at gruppearbeid blir effektive. [Eksperter i Team - nettside](#)

2.2 Ordinær gjennomføring (2025)

135 timer/18 dager i praksis i perioden 29.1 - 30.4. (13 onsdager + 5 fleksible dager). Studenter har ikke fritak fra emnet EiT, men skal ta dette emnet som en intensiv EiT landsby i januar (3 uker på fulltid). Praksisperioden må da starte etter EiT, dvs. i slutten av januar. Studenter ved studieprogrammene Energi og miljø (2/5-årig) og Electric Power Engineering (2-årig) og Elektronisk systemdesign og innovasjon (5-årig) ved NTNU kan søke opptak.

2.3 Læringsaktiviteter

Læringsaktivitetene består av samlinger/presentasjoner, refleksjonsnotater og avsluttende rapport. Disse har vært videreutviklet fra år til år i pilot-gjennomføringene i samarbeide med NTNU SEED. Ved gjennomføringen våren 2025 er dette læringsaktivitetene:

1. Tre samlinger
 - a. Før oppstart (18.nov. 2024) - Fysisk møte med alle studenter som er tildelt praksisplass. Informasjon og gjensidig forventningsavklaring for praksisperioden.
 - b. Etter oppstart i praksis (19.feb 2025) - Digitalt møte med alle studenter og veiledere fra praksisbedriften. Korte (2-3 min) presentasjon fra alle studentene. Tema: hva består praksisen av? Hva har de møt av utfordringer så langt.
 - c. Etter fullført praksis (4.juni 2025) - Fysisk møte på campus for studenter og praksisbedrifter. Korte (3 min) presentasjon fra alle studentene hvor de deler sine erfaringer fra praksisoppholdet. De oppfordres også til å komme med tilbakemelding/forbedringsforslag på emnet. Etter felles lunsj evaluerer praksisbedriftene og NTNU gjennomføringen.
2. Ukentlige refleksjonsnotat eller oppgaver. Totalt 10 innlevering på 1-2 sider.
3. Sluttrapport
 - a. Del 1 - Beskrivelse av faglig innhold i praksisperioden
 - b. Del 2 - Refleksjon rundt egen læringsprosess

2.4 Vurdering

Emnet baseres på karakterregel bestått/ikke bestått. For å bestå emnet må studentene ha gjennomført læringsaktivitetene samt får godkjent sluttrapporten.

2.5 Praksisbedrifter

Tabell 1 viser årlig utvikling i antall praksisplasser, hvor mange studenter som har søkt opptak i emnet samt hvor mange praksisbedrifter som har deltatt. Gjennom 4 gjennomføringer av emnet har til sammen 137 studenter og 22 bedrifter deltatt.

Tabell 1 Praksisplasser per år

	2022	2023	2024	2025
Antall praksisbedrifter	8	14	16	14
Antall praksisplasser	18	33	48	38
Antall studenter som søker opptak til emnet	25	59	64	49

Veiledere fra praksisbedriftene deltar i 2025 på 3 samlinger:

1. Før oppstart (19.nov. 2024) - Fysisk møte med alle veiledere i praksisbedriftene. Informasjon og gjensidig forventningsavklaring for praksisperioden.
2. Etter oppstart i praksis (19.feb 2025) - Digitalt møte med alle studenter og veiledere fra praksisbedriften. Korte (2-3 min) presentasjon fra alle studentene.
3. Etter fullført praksis (4.juni 2025) - Fysisk møte på campus for studenter og praksisbedrifter. Korte (3 min) presentasjon fra alle studentene. Etter felles lunsj evaluerer praksisbedriftene og NTNU gjennomføringen.

Tabell 2 viser hvilke bedrifter som har deltatt som praksisbedrift og hvor mange praksisplasser de totalt har tilbudt i 4-års perioden 2022-2025. Fra tabellen kan det leses at noen praksisbedrifter har deltatt et enkelt år og hatt 2 studenter. Andre bedrifter har hatt mellom 10 og 20 studenter, disse bedriften har deltatt over flere år og enkelte har hatt både 4 eller 6 studenter i praksis samtidig.

Tabell 2 Praksisbedrifter og totalt antall studenter de har hatt i praksis

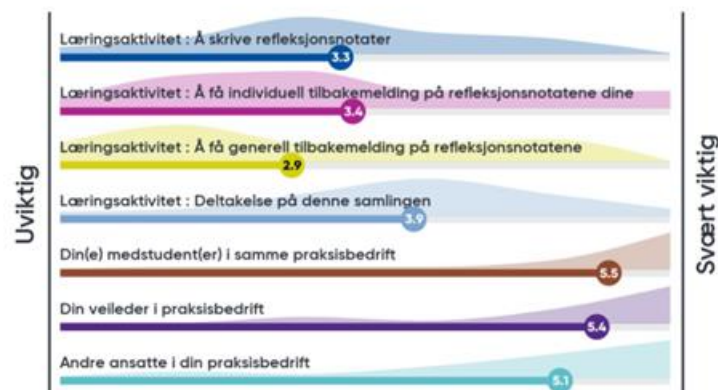
Bedrift	Ant.	Bedrift	Ant.	Bedrift	Ant.
Aneo	2	Polarkulde	2	Statnett	10
Bravida	2	Rambøll	2	Therma Industri	2
Bunnpris	4	Rolls Royce Electrical	11	Tensio	12
COWI	6	Siemens	4	Terravera	10
Equinor	8	Siemens energy	20	Trondheim Kommune	4
Fremtidens Industri	4	Sintef Energi	8	Wärtsila	4
Norconsult	7	Spark Value	2		
NTE	6	Statkraft	7		

3 Erfaringer

3.1 Tilbakemeldinger

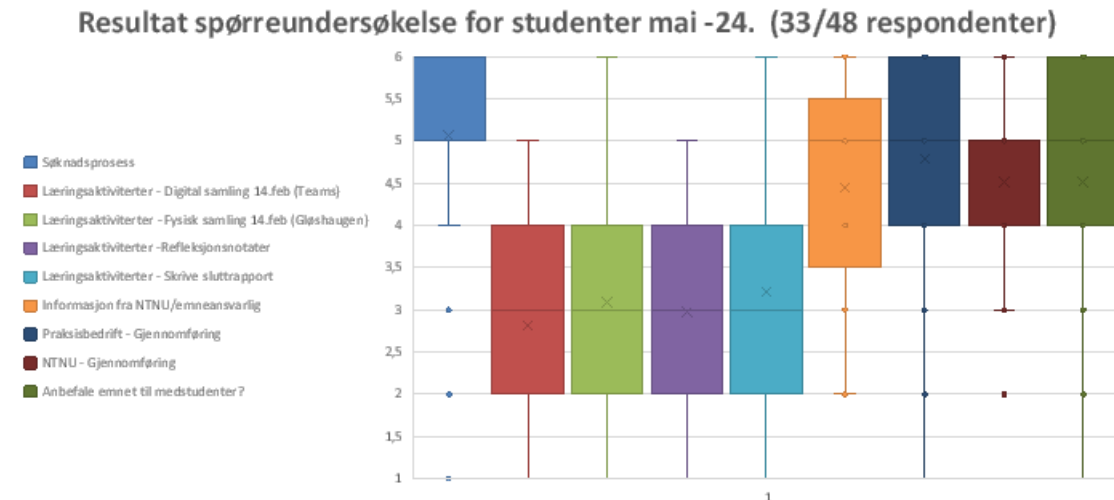
Tilbakemeldinger fra studenter, arbeidsliv og ledelse ved NTNU Figur 1 Hvor viktig oppleves ulike aktiviteter og personer for læring. viser hvor viktig studentene fra den ene piloten opplever ulike læringsaktiviteter og personer er deres egen læring. Det kan observeres at de organiserte læringsaktivitetene i emnet; refleksjonsnotat, tilbakemeldinger, og deltakelse på digital samling, oppleves å være middels viktig for studentenes læring. Videre kan der observeres at personene studentene har tettest kontakt med i praksisen; medstudenten, faglig veileder i bedrift og andre ansatte i bedrift som veldig viktig for studentenes læring.

Studenter – Hvor viktig er følgende aktiviteter for din læring i praksis



Figur 1 Hvor viktig oppleves ulike aktiviteter og personer for læring.

Figur 2 viser hvor fornøyd studentene i pilot 3 var med ulike elementer i emnet etter endte praksisopphold. Fra venstre kan det observeres at de er svært godt fornøyd med den anonymiserte søknads- og tildelingsprosessen i emnet. Videre er de middels godt fornøyd med de organiserte læringsaktivitetene i emnet. De siste 4 boks diagrammene viser at studentene er godt fornøyd med gjennomføringen av emnet både fra praksisbedriftens og NTNU sin side. Studentene er også sikre på at de vil anbefale emnet til medstudenter.

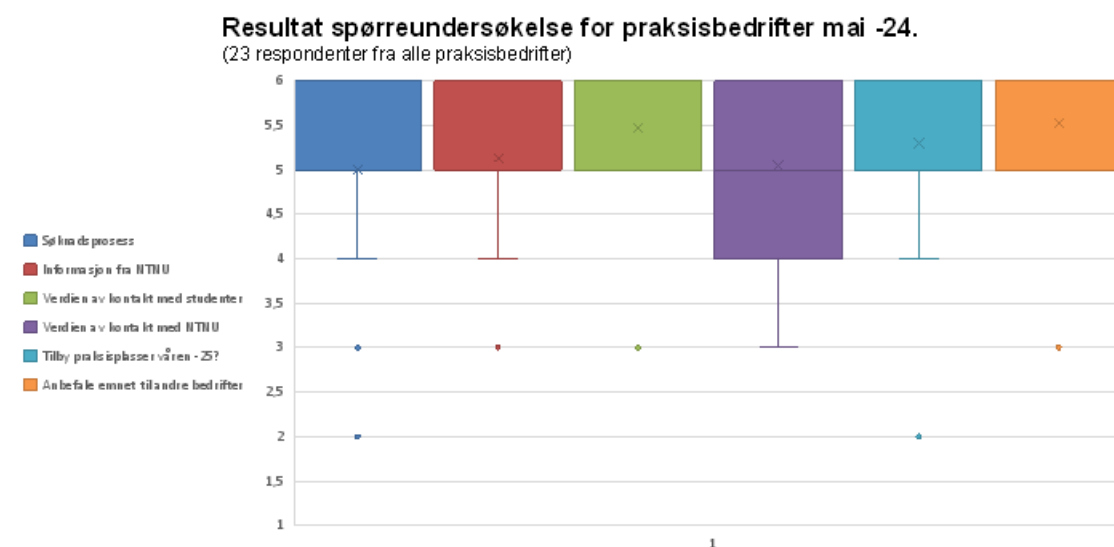


Figur 2 Resultat fra spørreundersøkelse blant studenter etter endt praksis i pilot 3.

Figur 3 viser hvor fornøyd praksisbedriftene som var med i pilot 3 var etter gjennomført praksisperiode. Det kan observeres at de jevnt over er veldig godt fornøyd med alle de elementer som de ble spurt om.

Angående den anonymiserte søknad- og tildelingsprosessen er det interessant å se at praksisbedriftene er veldig godt fornøyd med den selv om enkelte bedrifter i forbindelse med rangering av søknadene til sin bedrift uttrykte at de gjerne ville vite mer om søkerne eller kunne påvirke mer hvilke studenter som skulle komme i praksis.

Angående verdi av kontakt med studenter og NTNU er fint å se at bedriftene verdsetter denne kontakten høyt. De ønsker også å tilby praksisplasser i neste gjennomføring av emnet og de vil gjerne anbefale andre bedrifter å delta i emnet.



Figur 3 Resultat fra spørreundersøkelse blant praksisbedrifter etter endt praksisperiode i pilot 3.

3.2 utfordringer

3.2.1 *Praksisplasser og praksisbedrifter*

For å få til en bærekraftig utvikling av emnet er det en forutsetning at bedrifter ønsker å tilby praksisplasser og at de ser det som verdifullt å engasjere seg i studentene og emnet over tid. I de 4 gjennomføringene av emnet som har vært til nå har høstsemesteret før gjennomføringen av emnet vært brukt til å etablere og vedlikeholde gode relasjoner med bedrifter slik at de får lyst til å prioritere å tilby praksisplasser i emnet.

Erfaring til nå er at for å oppnå gode og varige relasjoner med bedrifter slik at de ønsker å være med i emnet så må man ha god kontakt både med noen som kan ta beslutninger på vegne av bedriften og de som er faglige veiledere til studentene fra bedriften.

Frem til nå har emnet vært i kontinuerlig utvikling. Hvis emnet skal skaleres opp må flere bedrifter engasjeres og flere relasjoner etableres mellom NTNU-ansatte (emneansvarlige) og ansatte i praksisbedriftene. Kanskje kan dette best gjøres via arbeidsgiverorganisasjoner eller bransje- eller næringsforeninger?

3.2.2 *Søknad- og tildelingsprosess*

Søknad- og tildelingsprosessen i emnet er anonymisert. Den er også skreddersydd siden det tas mye hensyn til både hva studenten og bedriftene har av ønsker og behov. Med opptil 50 praksisplasser har dette vært håndtert manuelt vha. søknadene samlet i Excel ark.

Det er stor variasjon i det faglige innholdet i praksisene. Noen er faglig brede og tverrfaglige, mens andre er svært spesialiserte. Noen praksisplasser kan derfor bekles av mange ulike studenter, mens det for noe trenges dyp kunnskap innenfor et smalt fagfelt. En fordel med å hensynta både ønsker fra studenter og bedrifter i søknadsprosessen er at det i stor grad har blitt gode «matcher» også i de tilfellene at praksisplassene krever spesiell kompetanse.

Hvis emnet skal skaleres opp risikerer denne prosessen raskt å bli for komplisert til å håndteres på samme måte. Kanskje trengs det andre metoder, eller at det tas mindre hensyn til ønsker fra studenter og bedrifter. En utfordring med å ta mindre hensyn til dette er at det ikke blir så gode «matcher» mellom praksisbedrift og student. Det kan føre til mindre læringsutbytte og at begge parter blir mindre fornøyde.

3.2.3 *Samspill med andre emner i samme semester*

I pilotperioden til TET4300 fikk studentene automatiske fritak fra emnet Eksperter i Team (EiT). Det gjorde at alle onsdagene i hele semesteret, som i utgangspunktet er avsatt til EiT ble frigjort til TET4300. I tillegg kunne da studentene ta 3 andre emner uten at det førte til krasj mellom noen av emnene.

Under gjennomføringen av TET4300 våren 2025 fikk ikke studentene fritak fra Eksperter i Team, men de fikk tilbud om å ta en intensiv utgave av EiT over 3 uker i starten av semesteret. Dette har medført at studentene ikke får med seg de første 3 ukene med undervisning i de tre andre emnene de har og at de «faller bakpå». Det har

også ført til frustrasjon hos de som er emneansvarlige i disse emnene fordi studentene blir forsinket med læring og arbeider i de emnene, samt at progresjonen i undervisningen og andre læringsaktiviteter ikke kan gå som planlagt.

3.3 Utvikling

Det er nødvendig å finne en god praktisk løsning på de tre utfordringene (3.2.1-3.2.3) hvis emnet TET4300 skal kunne skaleres opp og bli en bærekraftig del av emnetilbudet, i tråd med ønsker og ambisjoner om å tilby utdanninger som er knyttet opp mot arbeidsliv. Forhåpningen er at TET4300 skal bli et good-practice eksempel også for andre ingeniør- eller profesjonsutdanninger ved NTNU.

Presentasjon

Teaching in STEM: Pedagogisk opplæring av ph.d studenter

Tone Fredsvik Gregers¹ og Victoria Haynes²

¹ Kompetansesenter for undervisning i realfag og teknologi, Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, Universitetet i Oslo

² Senter for tverrfaglig utdanning, fysisk institutt, Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet Universitetet i Oslo

Sammendrag:

Ph.d-studenter er en svært viktig ressurs for undervisning i høyere utdanning, men de mangler ofte et pedagogisk opplæringstilbud fordi de ikke får plass på ordinære universitetspedagogiske kurs. Ved det matematisk-naturvitenskapelige fakultet Universitetet i Oslo, har vi opprettet et emne for å gi pedagogisk opplæring til ph.d-studenter; MNPED9000 – Teaching in STEM.

I denne artikkelen vil vi redegjøre for emnets oppbygning og hvordan emnet bidrar til å utvikle ph.d-studentenes pedagogiske kompetanse og deres undervisningspraksis. Gjennom emneevalueringer gjennomført siden 2021 og en spørreundersøkelse gitt til ph.d-studentene flere år etter at de har gjennomført emnet, finner vi at ph.d-studentene får et spåk for å snakke om pedagogikk i høyere utdanning og at det har økt deres bevissthet på hvordan de kan bidra til å utvikle undervisningen på MN. I tillegg uttrykker ph.d-studentene at emnet bidrar til å bygge deres utdanningsfaglige kompetanse, noe som påvirker deres videre karriere både i og utenfor akademia.

Nøkkelord: Utdanningskvalitet, pedagogisk kompetansehevning, undervisningspraksis, praksisfelleskap, ph.d-studenter

1 Bakgrunn

Ved det matematisk-naturvitenskapelig (MN) fakultet ved UiO har rundt 200 ph.d-studenter inntil 25% undervisning i sin stilling og om lag 90% av dem underviser i emner på bachelornivå. Ph.d-studentene spiller dermed en betydelig rolle i bachelorstudentenes faglige og sosiale integrering, og er derfor avgjørende for hvorvidt bachelorstudentene lykkes i, og gjennomfører, studiene. Dessverre kastes ph.d-studentene ofte ut i undervisning uten noen form pedagogisk opplæring, og ofte står de overfor et press mellom egen forskning og undervisning, uten særlig støtte fra fagmiljøet. I tillegg krever forskriftsendringen fra 2018¹ universitetspedagogisk kompetanse for ansettelser og opprykk, noe som også øker presset på ph.d-studenter om de ønsker å fortsette sin akademiske karriere.

Som vitenskapelig ansatt ved UiO kan man få pedagogisk opplæring gjennom program for universitetspedagogisk basiskompetanse administrert av LINK², men grunnet manglende kapasitet blir ofte ph.d-er og midlertidige ansatte nedprioritert til fordel for fastansatte.

Derfor opprettet vi i 2021 et emne for ph.d-studenter ved MN-fakultetet: Teaching in STEM. Her skapes et praksisfellesskap hvor studentene planlegger, gjennomfører og evaluerer sin egen undervisning.

I dette arbeidet har vi stilt to spørsmål:
På hvilken måte:

- 1) har emnet en betydning for ph.d-studentenes pedagogiske og profesjonelle kompetanse?
- 2) evner ph.d-studentene å integrere den endrede undervisningspraksisen senere i sin karriere?

Svar på spørsmålene har vi fått fra emneevalueringer og spørreskjema sendt til tidligere studenter.

2 Oppbygning og læringsutbytte

Emnet er på fem studiepoeng og er rettet mot ph.d-studenter som underviser i STEM-fag. Det er viktig at studentene opplever emnet nært til deres egen forståelseshorisont og faglige praksis. De får mulighet til å reflektere over hva som kjennetegner STEM-fagene og fagenes signaturpedagogikk (Shulman, 2005). Studentene må ha undervisning i inneværende semester. Ved å være i en undervisningssituasjon samtidig som de tar emnet, får de anvendt kunnskapen direkte. Rammeverk som «constructive alignment»

¹ Forskrift om endring i forskrift om ansettelse og opprykk i undervisnings- og forskerstillinger - Lovdata

² Program for universitetspedagogisk basiskompetanse - LINK – Senter for læring og utdanning

(Biggs & Tang, 2011) og «scientific teaching» (Handelsman, 2007) er sentrale, og lar studentene planlegge undervisningen som forskere.

Før oppstart leser studentene John Biggs' artikkel «What the student does - teaching for enhanced learning» (Biggs, 1999). De skriver et refleksjonsnotat for å knytte teori til egen undervisningserfaring, noe som hjelper dem med å sette ord på hva undervisning handler om:

“As a relatively new teacher, I find that I sometimes focus too much on my own competency as a teacher (i.e., how well I am presenting theoretical problems and methods) rather than what the students are doing. I learned that to shift the focus from me, the teacher, to the students I should start by making the objectives clear for the students, motivating them to see the need for achieving these objectives, and allowing students to work focused, preferably in collaboration with other students, to achieve the objectives.”

I undervisningen legger vi stor vekt på å modellere det å etablere et trygt læringsmiljø og hvilke pedagogiske tilnærminger vi gjør (Loughran & Berry, 2005). Vi utfordrer studentene til å være aktive samarbeidspartnere i undervisningen og til å reflektere over både vår og sin egen rolle som undervisere. Sammen snakker vi om valg vi tar og hvordan vi løser utfordringer vi møter underveis i undervisningen. På denne måten får de direkte erfaring med, og mulighet til å reflektere over, ulike undervisningspraksiser.

Kurset starter opp med fem dager intensivundervisning. De første dagene jobber studentene med egen undervisningsplanlegging ved bruk av baklengsdesign (Wiggins & McTighe, 1998) for å oppnå en sammenheng i undervisningen (Biggs & Tang, 2011). De går igjennom læringsutbyttebeskrivelser for eget emne, lager konkrete læringsmål, planlegger hvordan de skal vurdere læring, lager sensorveiledninger, planlegger læringsaktiviteter og jobber aktivt alene og sammen med medstudenter. Vi støtter de i å finne fagdidaktisk litteratur, og veileder de i hvordan de kan møte ulike utfordringer i undervisningen. Underveis skjer det mye metarefleksjon og ph.d-studentene blir på denne måten aktivt engasjert i å observere både seg selv og andre og blir mer bevisst på valgene de tar når de planlegger undervisningen.

Deretter samler de det de har gjort inn i en undervisningsplanlegger (Handelsman, 2007). Dette er en skjematisk fremstilling av baklengsdesign og et nyttig verktøy for å få en sammenheng mellom læringsmål, vurdering og læringsaktiviteter sett opp mot hva studentene kan fra før og hva som er viktig at de lærer. Denne undervisningsplanen presentere de så for hverandre, og studentene gir hverandre tilbakemelding gjennom kollegaveiledning. På denne måten trener på å gi pedagogiske og didaktiske tilbakemeldinger, noe som hever kvaliteten på undervisning på tvers av fag/institutter (de Lange & Wittek, 2018).

På slutten av intensivperioden jobber vi i hovedsak med å knytte det de har gjort og lært til Scholarship of teaching and learning (SoTL)- prinsippene (Boyer, 1990) og viser de hvordan de kan starte på sin pedagogiske mappe. Det å dokumentere pedagogisk kompetanse er en viktig del av deres profesjonelle utvikling.

Gjennom denne perioden får studentene både et språk og en rekke verktøy til å gå inn i undervisning på en tryggere måte, og de går tilbake til sine enheter for å gjennomføre og evaluere den undervisningen de har planlagt.

Vi møter studentene igjen flere ganger gjennom semesteret hvor vi diskuterer hvilke erfaringer de har gjort seg og vi reflekterer over hvordan «constructive alignment» støtter

dem i deres undervisningspraksis. Her deler de i et praksisfelleskap og de får ideer og inspirasjon fra medstudenter samtidig som de ofte opplever å kunne bidra med tips og råd til andre. Emnet bidrar i så måte til at de utvikler et felles språk og lærer sammen i et felleskap (Wenger, 2000).

Eksamen i emnet er en hjemmeeksamen der de skal levere et refleksjonsnotat. Her skal de dokumentere og reflektere over det de har planlagt og erfart i undervisningen i tråd med SoTL prinsippene. Alle får skriftlig og individuell tilbakemelding på eksamen, med tips til hvordan de kan utvikle både seg selv og sin pedagogiske mappe videre. Målsetningen er å legge til rette for at ph.d-studentene utvikler en reflektert holdning til undervisning hvor de tar bevisste valg og utvikler en forskende tilnærming til egen undervisning i tråd med Meld. St. 16 (2016–2017).

3 Emnets øker ph.d-studentenes pedagogiske og profesjonelle kompetanse

Det er emneevalueringene som svarer ut det første spørsmålet: «På hvilken måte har emnet en betydning for ph.d-studentenes pedagogiske og profesjonelle kompetanse?»

Emnet har hvert år fått svært gode tilbakemeldinger og på en skala fra 1-6 der 1 er den laveste karakteren har emnet i hovedsak fått karakteren 5 eller 6. På spørsmål om hva som har vært det viktigste læringsutbyttet i emnet svarer noen av studentene:

“The course has prompted me to reflect on teaching approaches and decisions on a deeper level by guiding me through the lesson-planning process. I've not only had to try to think like a teacher, but I've also learned what it means to think like a teacher in a way that best supports student learning!”

“[...]. It has also been an eye opener to learn about alignment, it is true that so far I rarely considered what the specific learning outcomes or goals were when I was thinking about how to approach a teaching assignment.”

Sitatene indikerer at studentene får en bevissthet knyttet til valg de gjør i undervisningen. De får også en dypere forståelse for utdanning og didaktikk, og utvikler en bevissthet for hvordan bruke SoTL som et rammeverk både for individuell og for institusjonell kvalitetsutvikling:

“Gaining a sense of the theory and relevant vocabulary (and their definitions) that form the basis of the SoTL framework, as well as an understanding of what this means in practice on the individual and institutional level..”

Det er også interessant å se hvordan studentene utvikler seg som undervisere gjennom kurset. På spørsmål om emnet har bidrar til at de tenker mer som lærere ved intensivukens slutt svarer nesten 80% «ja» og utdyper:

“I have been provided with the language that helps me think and thus feel more like a teacher. I have reflected more on my teaching role and that contributes to strengthening my relation to that role.”

“I might have been too much focused on how I learned things, rather than focusing on which activities will get the students to learn.”

“It has shifted my mind, not completely radically but still quite a bit I think, on what my role as a teacher is. I think if I keep reflecting within the frameworks I’ve been given in this course I think I can really improve as a teacher/educator.”

Dette indikerer at emnet gir ph.d-studentene både et språk og en trygghet i sin rolle som undervisere som legger til rette for studentenes læring, og er dermed et viktig tiltak for å øke ph.d-studentenes pedagogiske og profesjonelle kompetanse.

4 Emnets får betydning for ph.d-studentenes videre undervisningspraksis

Gjennom kurset endrer ph.d-studentene sin egen undervisningspraksis, noe som vil bedre undervisningen ved de instituttene ph.d-studentene tilhører. Men et viktig spørsmål er allikevel hvor lenge de positive effektene av emnet varer. Derfor er det andre spørsmålet viktig: «I hvilken grad evner ph.d-studentene å integrere den endrede undervisningspraksisen senere i sin karriere?»

For å få svar på dette sendte vi ut en undersøkelse til alle de studentene som hadde tatt emnet fra 2021-2024. Undersøkelsen viste at emnet har gitt studentene verktøy som de har tatt med seg videre. På spørsmål om i hvilken grad emnet påvirker hvordan de underviser i dag (på en skala fra 1-6, der 1 er i ingen grad og 6 er i stor grad) svarer nesten 70% av studentene 5 eller 6 mens rundt 30% svarer 3 eller 4. Dette indikerer at emnet påvirker ph.d-studentenes undervisningspraksis i dag:

“The course was highly influential in how I teach and approach teaching in general.”

Det er også tydelig at emnet har gitt de et økt fokus på studentenes læring og en større selvtillit i undervisningssituasjonen:

“As someone who learned about teaching in a structured way for the first time, it has given me and insight about how dynamic the teaching process is. I have realized I do not have to focus so much on my own performance when repeatedly teaching anymore and think how to teach effectively, communicate with students and evaluate their knowledge.”

“It has changed my perspective on what is a “good” teacher, and thus made me less afraid of the judgement of the students and more motivated to teach. I put more emphasize on students being active in class, and on the documentation of the teaching. I have become more interested in reading research on pedagogy.”

Ph.d-studentene forstår at de har en betydning for studentenes læring og mestring, og at de kan påvirke undervisningen i STEM fagene. I tillegg ser vi at emnet gir de en mulighet til å dokumentere sin utdanningsfaglige kompetanse for fremtidig karriere. I oppfølgingsundersøkelsen var det 61% av studentene som svarte at de hadde fortsatt å jobbe med sin pedagogiske mappe. Det er særlig fremtidig karriere i academia som motiverer studentene til å fortsette arbeidet med å dokumentere utdanningsfaglig erfaring og kompetanse:

“I included my portfolio in the third semester report of my Ph.d, and I will also include it in my application if/when I apply for a postdoc position somewhere.”

“I still hope for a future job in academia and have learnt the value of keeping records of my teaching.”

Dette indikerer at emnet har betydning for ph.d-studentenes undervisningspraksis utover det semesteret de tar emnet, og at det skaper en bevissthet rundt deres egen profesjonelle utvikling.

5 Oppsummering

Gjennom emnet blir ph.d-studentene innlemmet i en tradisjon og en kultur ved MN som de tar med videre i sin undervisningspraksis – noe som gjør at de kan bidra aktivt til utdanningskvaliteten i sine lokale miljøer (Clavert et al., 2018). Når studentene får et språk til å snakke om utdanning får de selvtillit til å bidra med å heve kvaliteten, både på sin egen utdanning - og dermed også senere karriere - og på utdanningen ved MN generelt. Dette styrker ph.d-studentenes faglige og profesjonelle utvikling i tråd med MN strategi 2030 der det står at våre studenter skal lykkes faglig og profesjonelt³.

6 Referanser

- Biggs, J. (1999). What the student does: Teaching for enhanced learning. *Higher education research & development*, 18(1), 57-75.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university*. Society for Research into Higher Education & Open University Press, McGraw-Hill.
- Boyer, E. L. (1990). *Scholarship reconsidered: Priorities of the professoriate*. ERIC.

³ [mn_strategibrosjyre_norsk_web.pdf](#)

- Clavert, M., Löfström, E., Niemi, H., & Nevgi, A. (2018). Change agency as a way of promoting pedagogical development in academic communities: a longitudinal study. *Teaching in Higher Education*, 23(8), 945-962. <https://doi.org/10.1080/13562517.2018.1451321>
- de Lange, T., & Wittek, L. (2018). Creating shared spaces: Developing teaching through peer supervision groups. *Mind, Culture, and Activity*, 25(4), 324-339.
- Handelsman, J., Miller, S., Pfund, C. (2007). *Scientific Teaching*. W. H. Freeman and Company.
- Loughran, J., & Berry, A. (2005). Modelling by teacher educators. *Teaching and teacher education*, 21(2), 193-203.
- Shulman, L. S. (2005). Signature pedagogies in the professions. *Daedalus*, 134(3), 52-59.
- Wenger, E. (2000). Communities of practice and social learning systems. *Organization*, 7(2), 225-246.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (1998). What is backward design. *Understanding by design*, 1, 7-19.

Presentasjon

Numeriske metoder og fysikk-undervisning: Erfaringer fra en pilot ved UiB

Sivert Hagane¹, Augustin Alexander Winther¹, Johan Alme¹,
Vegard Gjerde¹ og Martino Marisaldi¹

¹ Institutt for fysikk og teknologi, Universitetet i Bergen, Norge

Sammendrag: Dette prosjektet har som mål å integrere numeriske metoder, databehandling og visualisering i alle fysikkemnene på bachelorprogrammet i fysikk ved hjelp av Python. Ved å bruke programmering jobber studentene mer i tråd med hvordan fysikere faktisk arbeider, både i videre studier og i arbeidslivet. Numeriske verktøy gir også muligheter for å visualisere komplekse fysikkonsepter, noe som kan hjelpe studentene å bygge forståelse for fysikken.

Høsten 2024 gjennomførte vi en pilot for dette prosjektet med kurset PHYS113 «Mekanikk II og Termodynamikk» ved Universitet i Bergen. I denne presentasjonen vil vi først og fremst fokusere på implementasjonen og resultatene fra piloten. I forarbeidet til piloten, ble det utviklet en del rettesnorer som lå til grunn for implementasjonen, for eksempel ønsket vi et studentdrevet prosjekt der programmeringskomponenten må være relevant for læringsutbyttet i fysikk.

Resultatene fra piloten er samlet inn via analyse av eksamensresultater og standardiserte tester i kurset, i tillegg til studentevalueringer. Et intervju med en fokusgruppe i etterkant av implementasjonen er også planlagt. Basert på dette er inntrykket positivt, og at piloten er et godt utgangspunkt for implementasjon i andre emner.

Nøkkelord:

Programmering, Fysikk, Studieprogram, Python, Numeriske metoder

1 Begrunnelse og relevans

1.1 Formålet med prosjektet

Målet med prosjektet er å inkludere numeriske øvelser, og/eller databehandling og visualisering i alle fysikkemnene i bachelorprogrammet i fysikk. Til dette er Python valgt som verktøy. Det er flere motivasjonsfaktorer for dette prosjektet. For det første muliggjør bruken av numeriske verktøy nye måter å visualisere fysikk-konsepter på, som kan være vanskelige for studentene å forstå. For det andre vil bruk av programmering få studentene til å i større grad "jobbe som fysikere" i kursene, dvs. de tilegner seg en metodikk som ligner det de vil møte senere i studiene og i jobbsammenheng. Det er også verdt å merke seg at under programevalueringen høsten 2024 understreket både industri-representanten og den eksterne fagfellen viktigheten av programmeringsferdigheter i sine evalueringsrapporter.

1.2 Motivasjon

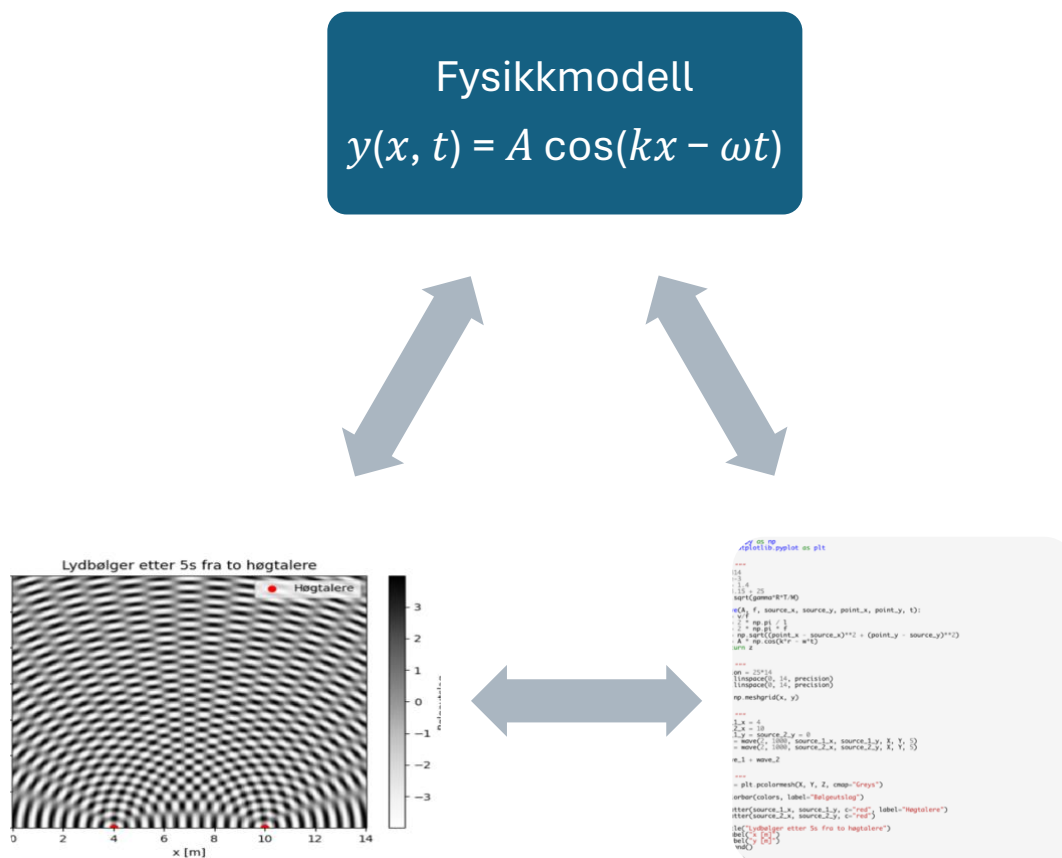
Frem til nå har studentene i bachelorprogrammet i fysikk ved UiB kun blitt eksponert for programmering i INF100 i første semester, PHYS114 i fjerde semester og PHYS116 i femte semester. Denne mangelen på kontinuitet i utviklingen av programmeringsferdigheter er svært tydelig i PHYS114, hvor det har vært observert studenter som sliter med oppgaver som krever svært grunnleggende programmeringsferdigheter. Ved å inkludere programmeringskomponenter i de andre fysikkemnene, har vi som mål å bygge bro over dette gapet, samt å gi studentene et solid grunnlag for masterprosjektene deres. Dette er viktig, da de fleste masterprosjektene ved vårt institutt krever noe programmeringskompetanse, enten det er dataanalyse og visualisering, simuleringsarbeid, utvikling av programvare og maskinvare eller statistisk analyse.

1.3 Tidligere forskning/Teori

Anders Malthe-Sørenssen et al. har gjennomført en liknende implementering av programmeringskompetanse ved fysikkutdanningen ved Universitetet i Oslo. En del av bakgrunnen for denne implementeringen var at beregninger er en viktig del av en fysikers jobb, både i academia og i industrien i dag, men man lærte nesten ingenting av dette i fysikkutdanningen (Malthe-Sørenssen et al., 2015).

For at studenten skal lære fysikk gjennom bruk av programmering krever det at studentene evner å bruke transduksjoner mellom ulike semiotiske system. Programmering av fysikk for å finne numeriske løsninger krever transduksjoner mellom ulike typer semiotiske systemer, der hvert system gir forskjellig meningspotensial, altså ulike muligheter til å forstå fysikken. Overganger mellom ulike semiotiske systemer vil

kreve at studenten definerer de ulike transduksjonene, noe som fremhever koblingen mellom de ulike systemene. I vårt tilfelle vil studentene ofte starte med å utforme en fysikkmodell bestående av matematiske symboler og må dermed overføre denne til et nytt semiotisk system, Python-kode. Deretter får studentene ut et visuelt resultat som kan tolkes og vi har en ny transduksjon og et nytt semiotisk system. Gjennom denne typen arbeid vil studentene kunne oppdage og utforske aspekter ved fysikken som det er vanskelig å gjøre kun med fysikkmodellen. Koden gir også rask feedback hvis man endrer verdier i koden, og det kan skape mange ulike læringsmuligheter gjennom overganger mellom de ulike semiotiske systemene. (Svensson et al., 2020).



Figur 1: Transduksjoner mellom ulike typer semiotiske systemer (fysikkmodell, kode og visuelt resultat) under programmering av fysikk.

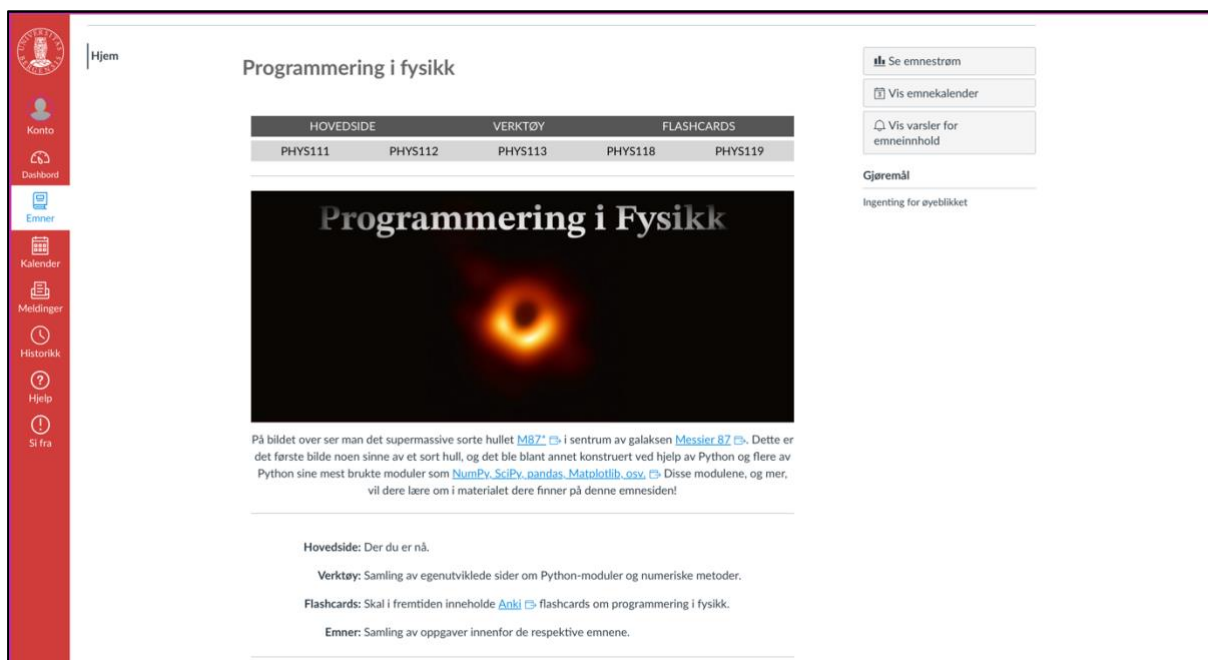
Studentene fikk i de fleste tilfeller tips, verktøy og/eller en «skjelettkode» som bestod av kode som visualiserer eller andre deler av koden som vi mente var nyttig for bedre fysikkforståelse, men som studentene ikke selv er forventet å kunne få til selv. Et eksempel på dette presenteres i Figur 5. Hvis studentene sitter fast eller trenger hjelp for å komme i gang er dette et eksempel på hvordan studentene får tilgang på hint og testkode de kan bruke når de løser oppgavene. Dette ble gjort ved å lage en mindre deloppgave av oppgavene. Dette kan kategoriseres som en «Hybrid approach» til programmering, hvor studentene får hjelp underveis i programmeringen eller deler av

koden. Dette blir gjort for å redusere den kognitive belastningen til studentene. Det er ofte at når programmering blir introdusert for å løse fysikkproblemer, fører det til kognitive overbelastningen hos studentene og dermed redusert læringsutbytte (Orban et al., 2018).

2 Metode

2.1 Introduksjon

Høsten 2024 gjennomførte vi en pilot hvor emnet PHYS113 ble valgt til å innføre programmering i først, for å lære og som inspirasjon for implementering i andre fag litt underveis. To studenter ble ansatt, og i tillegg til å lage oppgaver, eksempler og støttemateriale, utviklet de to studentene også et rammeverk bestående av en Mitt UiB-kursside¹, og et GIT repository for utvikling av materiale. Forsiden på Mitt UiB kurssiden er presentert i Figur 1.



Figur 2: Forsiden til Mitt UiB siden studentene på bachelorprogrammet i fysikk ved UiB har tilgang til. Her har de enkel tilgang til alle grunnkursene, samt verktøy og flashcards.

2.2 Prinsipper for utviklingsarbeidet

I parallell med dette utviklet vi i fellesskap noen rettesnorer for prosjektet:

- Prosjektet bør være studentdrevet, dvs. struktur, øvelser og eksempler bør lages av studenter i samarbeid med de ansvarlige for kursene. Dette har vist

¹ <https://mitt.uib.no/courses/50380>

seg å være en effektiv tilnærming i prosjektet “PAFYS: Prinsippbasert Aktiv Undervisning for Sterkere Fysikk- og Ingeniørstudenter” ved vårt institutt.

- Programmering bør introduseres enten som dataanalyse og visualisering og/eller som løsning av fysikkproblemer med numeriske metoder.
- Programmering skal øke læringsutbyttet i fysikk, og forbedring av programmeringsferdighetene bør være en viktig sideeffekt.
- En viss andel av fysikkøvelsene bør løses numerisk, og helst bør disse ikke være mulig å løse analytisk. Hvor stor andelen er bestemt av relevansen for kurset.
- Innføringen av programmeringen bør ikke øke arbeidsomfanget for det gitte emnet.
- Forelesningene må inkludere programmeringseksempler for å øke relevansen for studentene.
- Eksamen bør inkludere programmeringsrelaterte oppgaver med omfang på ca 5-10% for å sikre meningsskapende samsvar.

2.3 Oppgave og eksempeldesign i piloten

PHYS113 - Hovedside

HOVEDSIDE		VERKTØY	FLASHCARDS	
PHYS111	PHYS112	PHYS113	PHYS118	PHYS119

For hvert tema i emnet er det laget til én Python oppgave som det er tenkt at dere skal løse.

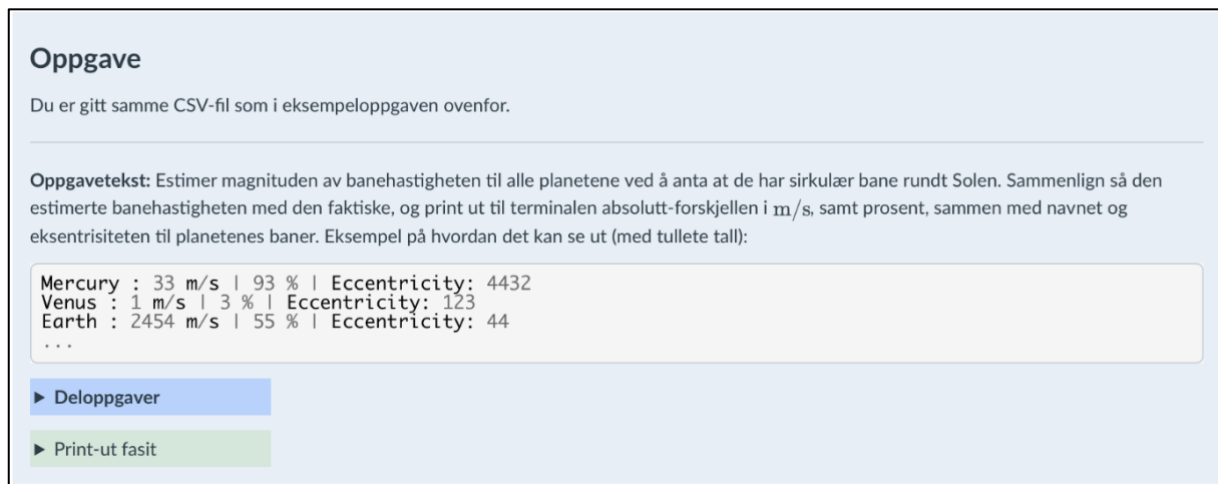
Forelesningskoder, oppgaver og løsningsforslag blir gradvis tilgjengelig utover semesteret, og noen av oppgavene vil fungere som obligatoriske oppgaver.

Opgavene er laget med forbehold om at studenten har Python-kunnskap tilsvarende [INF100](#). Om du trenger litt oppfriskning/repetisjon i INF100, kan du ta en titt på [disse pensum-notatene](#).

Tema	Linker
Gravitasjon	Forelesningskode Oppgave Løsningsforslag
Periodisk bevegelse	Forelesningskode Oppgave Løsningsforslag
Mekaniske bølger	Forelesningskode Oppgave Løsningsforslag
Lyd og lydbølger	Forelesningskode Oppgave Løsningsforslag
Lagrange og Hamilton	Forelesningskode Oppgave Løsningsforslag
Temperatur og varme	Forelesningskode Oppgave Løsningsforslag
Termiske egenskaper	Oppgave Løsningsforslag
Termodynamikkens første lov	Oppgave Løsningsforslag
Termodynamikkens andre lov	Oppgave Løsningsforslag

Figur 3: Slik ser en emneside ut. Dette er fra PHYS113 Mekanikk II og Termodynamikk. Her ligger koder fra forelesningene som forleser bruker til eksempler, samt oppgaver til hver del av pensum og løsningsforslag til koden.

Piloten ble gjennomført med bakgrunn i disse prinsippene. For å sikre at ikke arbeidsomfanget økte ble tre obligatoriske øvelser med analytiske oppgaver endret til å bestå av programmeringsoppgaver rundt de samme temaene som tidligere. I tillegg ble eksempler på numerisk løsning gjennomgått i forelesningene, og 7% av eksamen ble knyttet til programmering. Eksamensoppgaven ble designet slik at studenten skulle vise at hen forstod en utlevert kode, samt å kunne knytte denne til et fysikkprinsipp i emnet. Eksamen for øvrig forble uendret.



Oppgave

Du er gitt samme CSV-fil som i eksempeloppgaven ovenfor.

Oppgavetekst: Estimer magnituden av banehastigheten til alle planetene ved å anta at de har sirkulær bane rundt Solen. Sammenlign så den estimerte banehastigheten med den faktiske, og print ut til terminalen absolutt-forskjellen i m/s, samt prosent, sammen med navnet og eksentrisiteten til planetenes baner. Eksempel på hvordan det kan se ut (med tulle tall):

```
Mercury : 33 m/s | 93 % | Eccentricity: 4432
Venus : 1 m/s | 3 % | Eccentricity: 123
Earth : 2454 m/s | 55 % | Eccentricity: 44
...
```

► Deloppgaver

► Print-ut fasit

Figur 4: Eksempel på hvordan en oppgave blir presentert for elevene på Mitt UiB siden.

Til sammen var 46 studenter med på piloten, hvor ca halvparten var fra bachelorprogrammet i fysikk, og resten var tilknyttet andre studieprogrammer ved fakultetet.

Figur 3 viser hvordan emnewebsiden ser ut for studentene. Hovedtemaene som blir gjennomgått i kurset har alle minst et eksempel til bruk i forelesningen, siden det er viktig for studentenes følelse av relevans å møte programmering i alle læringssituasjoner. I tillegg er det oppgaver og løsningsforslag (som man kan velge å ikke publisere). Et eksempel på en oppgave er vist i Figur 4, der man ser at den er brutt ned i enklere deloppgaver. Figur 5 viser denne strukturen og viser også hvordan studentene kan få hint og hjelp underveis hvis de står fast.

▼ Deloppgaver

a) Lag 6 NumPy arrays: `name`, `pos_x`, `pos_y`, `vel_x`, `vel_y` og `eccen`. De skal inneholde verdiene til kolonnene med de samme navnene fra CSV-filen, hvor `eccen` representerer "eccentricity" kolonnen. Indeks 0 i hver array tilsvarer Solens egenskaper, indeks 1 i hver array tilsvarer Merkur sine egenskaper, osv.

▼ Hint

Her vil funksjonen `read_csv()` fra pandas modulen være veldig nyttig, sammen med DataFrame metoden `to_numpy()`.

▼ Testkode

Test koden din ved å legge til disse linjene nederst i filen før du kjører:

```
print('Tester name, pos_x, pos_y, vel_x, vel_y og eccen... ', end='')
import hashlib
hash_it = lambda x : hashlib.shake_256(str(x).encode("utf-8")).hexdigest(8)
assert hash_it(f"{name} {pos_x} {pos_y}"
               f" {vel_x} {vel_y} {eccen}") == "4964c0f59d39f993"
print('OK')
```

Om alt gikk fint kan du fjerne testkoden og gå videre.

b) Lag en funksjon `estimated_velocity(pos)` som tar inn en 1D NumPy array `pos` som inneholder x- og y-verdien til en posisjonsvektor. Funksjonen returnerer en skalar som er den estimerte hastigheten en masse ved posisjonen `pos` ville hatt om den gikk i sirkulær bane rundt Solen. Anta at gravitasjonskonstanten er $G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

► Testkode

c) Ved hjelp av funksjonen du lagde i oppgave b), og arrayene du lagde i oppgave a), print ut absolutt hastighetsdifferansen mellom den estimerte hastigheten og den faktiske hastigheten til alle planetene, sammen med prosentdifferansen (typ. om en planet hadde hastighet på 100m/s og vi estimerte 110m/s eller 90m/s, så er prosentdifferansen 10 %). Print også ut eksentrisiteten til banene til planetene.

► Hint

► Print-ut fasit

Figur 5. Hvis studentene sitter fast eller trenger hjelp for å komme i gang er dette et eksempel på hvordan studentene får tilgang på hint og testkode de kan bruke når de løser oppgavene. Dette ble gjort ved å lage mindre deloppgaver av oppgavene.

2.4 Målbare parametere av læringsutbyttet

For å måle effekten av innføringen av programmeringen i piloten har vi valgt å se på fire parametere:

1. Studentevalueringer. Disse kan gi oss en forståelse om hvordan studentene opplevde programmeringsoppgavene. Ble det en ekstra byrde som tok fokuset bort fra fysikken, eller opplevde de oppgavene som relevante og nyttige for læring?
2. Eksamensresultat. Er eksamensresultatene signifikant svakere enn tidligere år kan dette tyde på at fysikklæringen har blitt negativt påvirket av den nye komponenten.
3. Poengscore programmeringsoppgave eksamen. Klarer studentene knytte den numeriske løsningen til fysikkprinsippene?
4. Resultat på faktatest og konseptuell flervalgstest. Dette er tester som har vært gjennomført over flere år. Fordelen med disse testene er at de er, i motsetning til

eksamensoppgavene, uendret siden 2022. Dette vil gi et objektivt bedre svar på om programmeringen har påvirket læringsutbyttet til studentene i særlig grad.

Som nevnt over, er studentenes prestasjoner evaluert gjennom tre typer tester: en faktatest, en konseptuell flervalgstest og eksamen. Det er verdt å nevne at 2021 var kontrollåret for en intervensjonsstudie. Noen nye metoder ble innført i 2022 og 2023, og disse ble i stor grad videreført til 2024, så derfor er det mest relevant å se på resultatene fra 2024 i kontekst med de to foregående år.

- **Faktatest:** Faktatesten ble gjennomført på en digital plattform. Testen var utviklet av emneansvarlig og dekket SI-enheter, sentrale fysikkprinsipper og betingelser for bruk av disse prinsippene. Alle oppgavene hadde positive diskriminasjons-verdier, og testens pålitelighet var innenfor et ideelt område (Cronbachs alpha 0.81–0.85).
- **Konseptuell flervalgstest:** Den konseptuelle flervalgstesten ble også gjennomført på en digital plattform samme uke som faktatesten. Testen «Survey of Thermodynamic Processes and First and Second Laws» er benyttet, en veletablert og validert test innen termodynamikk.
- **Eksamen:** Eksamen følger en standardisert struktur der 70 % av poengene gis for tradisjonelle tekstbaserte fysikkoppgaver. I tillegg er det fem konseptuelle flervalgsspørsmål (10 % av poengene) samt en skriftlig begrunnelse for valg av svar (20 %). For full uttelling måtte studentene argumentere ved hjelp av fysikkprinsipper og formelt korrekt resonnement. I 2024 ble en av de tradisjonelle tekstbaserte oppgavene endret til å også vise forståelse for en numerisk løsning.

I tillegg arbeides det med å sette ned fokusgrupper med studenter som har erfaring med piloten, samt med studenter som møter programmeringen for første gang i et annet emne. For å sikre diversitet ønsker vi snakke med studenter av ulike kjønn, fra ulike bakgrunner og forskjellige studieprogram. Arbeidet med å etablere fokusgruppen er pågående, og vi kan dermed ikke presentere resultater enda.

3 Resultater

Den årlige studentemneevalueringen i PHYS113 ble besvart av 15 av 46 studenter. Dette er en svarprosent på ca 33%, som er ganske vanlig i våre emner. Vi kan tolke dette dithen at omtrent 67% av studentene ikke hadde spesielle meninger om programmeringen spesielt og kurset generelt. Av de som svarte var det flere som var positive enn negative til hvordan programmeringen ble innført i emnet. De positive skriftlige tilbakemeldingene var også mer konstruktive i sin tilbakemelding, hvor vi kan ta frem to eksempler:

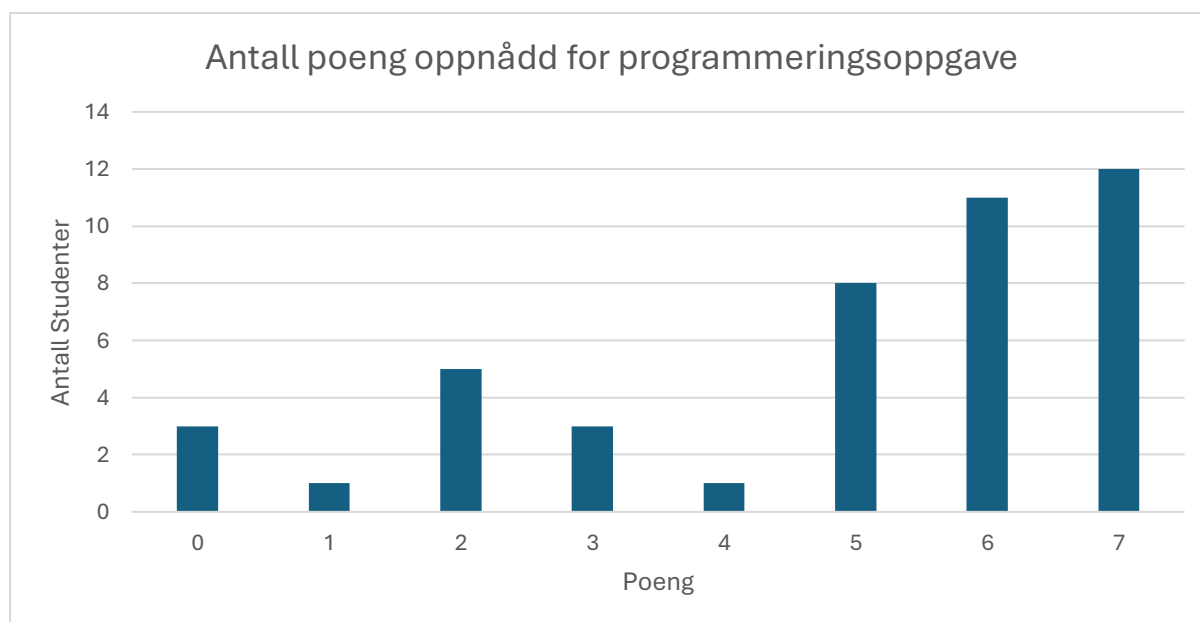
«Programmeringsoppgavene var også bra da jeg føler at de forbereder meg godt til videre studier»

«Det har vært spennende og læringsrikt å jobbe med programmeringsoppgaver kombinert med tradisjonelle oppgaver.»

Tabell 1. Eksamensresultater PHYS113 ved UiB siste 9 år

År	Antall studenter	A	B	C	D	E	F	Gjennomsnitts Karakter	Andel stryk	Andel A
2016	58	6	11	23	9	3	6	2.83	10%	10%
2017	73	10	14	21	12	9	7	2.77	10%	14%
2018	80	19	17	22	10	6	6	3.19	8%	24%
2019	79	7	19	22	19	5	7	2.78	9%	9%
2020	90	13	16	40	9	6	6	3.03	7%	14%
2021	49	4	6	13	11	9	6	2.33	12%	8%
2022	79	1	8	26	18	9	8	2.03	10%	1%
2023	50	6	13	10	7	10	4	2.72	8%	12%
2024	44	3	5	12	14	5	5	2.36	11%	7%

Eksamensresultatene er vist i Tabell 1, og vi ser at resultatene ikke skiller seg nevneverdig ut fra tidligere år. Gjennomsnittskaracteren, andel A besvarelser, og andel stryk samlet fra 2016 – 2023 er henholdsvis 2.7 ± 0.4 , $12\% \pm 7\%$ og $9\% \pm 2\%$. Resultatene for 2024 er altså innenfor et standardavvik fra de tidligere 8 årene.



Figur 6: Antall studenter som oppnådde ulike poengscore på programmeringsoppgaven på eksamen Høst 2024.

I Figur 6 vises scoren på programmeringsoppgaven, der 7 poeng er beste mulige resultat. 31 av 44 studenter som avla eksamen fikk 5 poeng eller bedre, og gjennomsnittlig poengsum er 4.9 poeng. Dette viser at dette ikke ble en snubleoppgave for studentene, og den har heller ikke hatt en signifikant påvirkning på strykprosenten i emnet. Om noe så har den dratt snittet opp – ikke ned.

Tabell 2: Resultater av faktatest, konseptuell flervalgstest og eksamen for årene 2022 – 2024. Tabellen viser midlere poengscore per år [M]. Resultatene er basert kun på studenter som har akseptert at dataene benyttes til forskning

	2022 [M]	2023 [M]	2024 [M]
Faktatest	17.0	20.0	17.5
Konseptuell flervalgstest	13.5	12.6	11.2
Eksamen	64.2	71.6	62.4

Notat. *** $p < .001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, ^a $p < .10$

Tabell 3: Sammenlikning av resultater av faktatest, konseptuell flervalgstest og eksamen for 2024 vs 2022 og 2023 for samme utvalg av studenter som i tabell 2. Tabellen viser antall standardavvik [d] forskjell mellom 2024 og de andre årene. Er $d = 0.2$ så er det liten effekt, $d=0.5$ medium effekt og $d=0.8$ stor effekt. Et positivt tall betyr en forbedring

	2024 vs 2022 [d]	2024 vs 2023 [d]
Faktatest	0.15	-0.91**
Konseptuell flervalgstest	-0.42	-0.23
Eksamen	-0.12	-0.53*

Notat. *** $p < .001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, ^a $p < .10$

Tabell 2 og Tabell 3 viser resultatene fra faktatesten, flervalgstesten og eksamen fra årene 2022 til 2024. Sammenlignet med 2023 er resultatene i 2024 generelt svakere, mens forskjellene fra 2022 er mindre markante.

Ved innføringen av programmering i PHYS113 var det en forventning om at dette potensielt kunne påvirke læringsutbyttet i fysikk, spesielt siden studentene i 2024 ikke hadde hatt nytte av en fullstendig integrasjon av programmering i de tidligere kursene. Likevel er effektene ikke dramatiske, og det er usikkert om nedgangen i 2024 skyldes programmeringen, naturlige svingninger, eller andre faktorer.

I faktatesten presterte studentene i 2024 signifikant svakere enn i 2023 ($d = -0.91$, $p < 0.01$), men det var ingen signifikant forskjell fra 2022 ($d = 0.15$). Den konseptuelle flervalgstesten viste en mindre nedgang fra både 2022 ($d = -0.42$) og 2023 ($d = -0.23$), men uten statistisk signifikans. Eksamen viste en signifikant reduksjon fra 2023 ($d = -0.53$, $p < 0.05$), men liten forskjell fra 2022 ($d = -0.12$).

Disse resultatene tyder på at studentenes prestasjoner er noe redusert fra de to foregående årene, men uten at dette entydig kan tilskrives programmerings-integrasjonen. Videre analyser vil være nødvendig for å forstå årsakene til disse endringene.

4 Diskusjonsspørsmål

Hvordan kan vi sikre at programmering i fysikkundervisningen styrker fysikkforståelsen, og ikke bare blir en ekstra teknisk ferdighet studentene må lære?

Hva er de største utfordringene med å integrere programmering i fysikkfag, og hvordan kan vi overkomme dem?

Hvilke strategier kan vi bruke for å opprettholde og videreutvikle studentenes programmeringsferdigheter gjennom hele bachelorløpet?

Takk til

Universitetet i Bergen for finansiering av prosjektet via Pilotprosjekter for redesign av studieprogram, ref 2022/2735 og insentivmidler, ref 23/2414

Referanser

- Malthe-Sørenssen, A., Hjorth-Jensen, M., Langtangen, H. P., & Mørken, K. (2015). Integrasjon av beregninger i fysikkundervisningen. *Uniped*, 38(4), 303–310. <https://doi.org/10.18261/ISSN1893-8981-2015-04-06>
- Orban, C. M., Teeling-Smith, R. M., Smith, J. R. H., & Porter, C. D. (2018). A hybrid approach for using programming exercises in introductory physics. *American Journal of Physics*, 86(11), 831–838. <https://doi.org/10.1119/1.5058449>
- Svensson, K., Eriksson, U., & Pendrill, A.-M. (2020). Programming and its affordances for physics education: A social semiotic and variation theory approach to learning physics. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 010127. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010127>

Presentation

Fostering T-Shaped Competencies through Project-Based Learning: Addressing Challenges and Exploring Solutions

Rakib Hasan, Torstein Bolstad

Department of Electronic Systems, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Norway

Abstract: Modern day education must go beyond traditional knowledge transfer to equip students with the competencies required to address complex, real-world challenges. This study examines the role of project-based learning (PBL) in fostering competencies that combine deep technical knowledge with interdisciplinary and interpersonal skills, often referred to as T-shaped competencies. Conducted at the Norwegian University of Science and Technology (NTNU), the research utilized a mixed-method approach, incorporating qualitative data from student interviews and process reports alongside quantitative self-assessment surveys. The findings highlight how structured communication strategies, stakeholder engagement, and iterative feedback processes during project-based learning (PBL) can enhance student learning outcomes.. Real-world projects and feedback from interdisciplinary collaborations provided opportunities to integrate theory with practice, enhancing student's problem-solving abilities, teamwork, and understanding of user-centric design. Additionally, assessment methods such as reflective process reports, technical documentation, and oral presentations were identified as effective in evaluating both technical and transversal skills. However, challenges such as inconsistent stakeholder communication, logistical delays, the stress associated with certain assessment methods and resistance to structured frameworks illustrate the complexities of interdisciplinary collaboration and project-based learning. This work provides actionable strategies for addressing these challenges while maximizing the potential of project-based learning. Recommendations include refining assessment methods, enhancing interdisciplinary collaboration, and introducing mandatory feedback mechanisms to ensure continuous improvement.

Keywords:

Project-based learning, T-shaped competencies, interdisciplinary collaboration, educational course design, assessment strategies

1 Introduction

Project-based learning (PBL) has emerged as a key approach in higher education to develop competencies that go beyond traditional knowledge acquisition. It has been widely recognized as an effective educational strategy to foster both deep technical knowledge and interdisciplinary collaboration (Biggs & Tang, 2011). One of the major challenges in modern education is ensuring that students not only acquire theoretical expertise but also develop interdisciplinary and practical skills. The concept of T-shaped competencies emphasizes the need for deep technical knowledge (vertical skills) alongside broad interdisciplinary and interpersonal skills (horizontal skills), which are crucial in solving real-world problems. The integration of real-world stakeholder engagement in PBL helps students develop problem-solving, teamwork, and adaptability skills essential for tackling complex challenges (Van den Beemt et al., 2020). This study explores how PBL can be structured to enhance the development of T-shaped competencies, particularly within the context of engineering education. The research question guiding this study is – ‘How can project-based learning be structured to develop T-shaped competencies among students?’

By aligning with competence-based education frameworks (Kolb, 2014) and emphasizing constructive alignment in assessment (Biggs & Tang, 2011), this study provides insights into improving PBL for higher education. This research aligns with the MNT 2025 conference theme by addressing competence-based education, interdisciplinary collaboration, and assessment frameworks.

This study builds on my master's thesis, which explored how project-based learning can foster T-shaped competencies through structured communication, stakeholder engagement, and interdisciplinary collaboration. The research expands on these findings by further analyzing assessment frameworks and practical challenges in implementing PBL. By drawing on both qualitative and quantitative insights, this work aims to contribute actionable strategies for optimizing engineering education to meet evolving industry demands (Hasan, 2024).

2 Methodology

2.1 Course Setting and Role of Real-World Stakeholders

The course "TTT4270 - Electronic System Design, Project" at NTNU follows a Project-Based Learning (PBL) approach. It is part of the Electronic Systems Design and Innovation master's program. Students engage in interdisciplinary team projects, often collaborating with external partners such as St. Olavs Hospital. These partnerships expose students to real-world challenges where they apply their technical knowledge in electronics, programming, and mechanics to solve healthcare-related problems.

2.1.1 Key Aspects of the Course:

- Collaborative Learning: Students work in teams of 5-6 members.
- Real-World Problem-Solving: External partners define problems, and students develop solutions.

- Design Thinking Framework: Students are encouraged to follow an iterative approach to problem-solving.

2.1.2 Assessment Components:

- Process Report (20%) – Evaluates teamwork, stakeholder engagement, and communication.
- Technical Report (25%) – Documents technical aspects and implementation.
- Oral Presentation (55%) – Assesses the final product, its feasibility, and student's ability to present their work.

The assessment tools in this course were designed to evaluate both technical expertise and soft skills, essential for developing T-shaped competencies. Process reports were used to help students reflect on their teamwork, communication, and problem-solving skills, while also promoting self-assessment and feedback-based learning. Technical reports provided a structured way to document solutions systematically, aligning with industry standards and assessing student's problem-solving abilities. Finally, oral presentations allowed students to articulate their work and demonstrate interdisciplinary collaboration, providing a comprehensive evaluation of their projects.

2.2 Methodological Approach

This study employs a mixed-methods approach to explore how Project-Based Learning (PBL) fosters T-shaped competencies in engineering education. The research integrates both qualitative and quantitative methods to provide a comprehensive understanding of learning outcomes, aligning with best practices in educational research (Creswell & Plano Clark, 2018).

A mixed-methods design was chosen because:

- Quantitative data helps measure improvements in competencies such as teamwork, communication, and technical skills.
- Qualitative insights capture student's experiences, challenges, and the real-world impact of interdisciplinary collaboration.

The combination of these methods ensures a balanced evaluation, considering both the measurable impact of PBL and the subjective experiences of students (Tashakkori & Teddlie, 1998). This approach is particularly important in engineering education, where the goal is to develop both technical expertise and soft skills necessary for real-world problem-solving.

2.3 Data Collection

The qualitative data was collected through student process reports and semi-structured interviews. These sources provided insights into team collaboration, problem-solving strategies, and the effectiveness of structured communication within project-based learning environments, while also capturing student's experiences, challenges, and approaches to navigating interdisciplinary collaboration.

For the quantitative data, self-assessment surveys were administered to students at the beginning and end of the semester. These surveys were designed to measure improvements in various skills, including teamwork, problem identification, design thinking, interdisciplinary knowledge, and communication. Students rated their skills on a scale from 1 (fundamental) to 10 (advanced), allowing for a structured assessment of growth over the course of the project.

To maintain research integrity and participant anonymity, the study adhered to GDPR compliance guidelines, with all data collection conducted via the secure platform Nettskjema.no. Participation was voluntary, and respondents were assured that their responses would remain confidential.

2.4 Data Analysis

The data analysis process was structured to extract meaningful patterns from both qualitative and quantitative sources. A thematic analysis approach was employed to examine student reflections in process reports and interviews to identify recurring patterns and challenges in student learning experiences (Braun & Clarke, 2006). Thematic categories were identified through iterative coding, allowing for a deep exploration of interdisciplinary collaboration, stakeholder engagement, and assessment methods.

For the quantitative data, Python-based statistical tools were used to process survey results. Using libraries such as Pandas and Matplotlib, the data was analyzed to compare pre- and post-assessment scores, enabling the identification of competency development trends. The integration of both qualitative and quantitative insights ensured that findings were validated through triangulation, strengthening the reliability of the study.

3 Results Overview

3.1 Positive Outcomes

The implementation of Project-Based Learning (PBL) at NTNU proved to be highly beneficial in fostering teamwork, communication, and interdisciplinary collaboration among students. A key factor in this success was the use of structured frameworks, such as cooperation contracts and regular progress meetings, which helped students stay aligned with project objectives. These strategies ensured that responsibilities were evenly distributed, reducing confusion and enhancing engagement. When roles and expectations were clearly defined, students reported feeling more motivated and confident in their contributions. Empirical data from self-assessment surveys further validated these observations.

Another significant advantage of the PBL approach was the opportunity for real-world collaboration with external stakeholders, particularly professionals from St. Olavs Hospital. Engaging with industry experts allowed students to receive practical feedback on their designs, enabling them to refine their projects based on real-world requirements. This process helped bridge the gap between theoretical learning and practical application, equipping students with problem-solving skills and a deeper understanding of user needs. The iterative nature of the projects encouraged students to

continuously improve their solutions, integrating feedback to make their designs more relevant and effective.

Furthermore, the development of user-centric solutions emerged as a key outcome of interdisciplinary collaboration. By working closely with stakeholders, students learned to approach problems from different perspectives, considering not just technical feasibility but also usability and accessibility. Survey data indicated improvement in student's ability to recognize and define problems effectively, reinforcing the impact of project-based learning on problem-solving skills.

3.2 Challenges

Despite these positive outcomes, several challenges were identified that affected the overall effectiveness of the PBL approach. One major issue was inconsistent communication with stakeholders. While external professionals provided valuable insights, the lack of timely responses and vague feedback often led to project delays. Some student groups struggled with aligning their work with stakeholder expectations due to unclear or late feedback, making it difficult to make informed design decisions. These communication gaps highlighted the need for a more structured and scheduled feedback process to ensure that students receive timely and actionable guidance.

Assessment methods also posed significant challenges. The heavy emphasis on oral presentations (55% of the final grade) created stress among students, as they felt that their overall performance was disproportionately dependent on a single presentation. Some students reported that the presentation format, while useful for demonstrating technical and collaborative skills, was distracting due to external factors such as time constraints and the pressure of public speaking. Additionally, process reports, which were intended to document learning progress and teamwork, were sometimes perceived as redundant and burdensome.

Another challenge was logistical barriers, particularly in acquiring necessary resources and maintaining smooth project workflows. Delays in accessing equipment and materials affected prototyping and testing phases, limiting student's ability to iterate on their designs effectively. Additionally, misaligned schedules with external stakeholders further complicated project execution, making it difficult to coordinate meetings and implement feedback in a timely manner.

4 Discussion

4.1 Addressing Identified Challenges

To optimize the effectiveness of Project-Based Learning (PBL), structured communication strategies and stakeholder engagement must be refined. The findings from this study suggest that well-defined communication protocols, such as cooperation contracts and regular progress updates, enhanced team coordination and engagement, aligning with Addimando's findings on the importance of structured communication in collaborative learning (Addimando, 2024). Ensuring flexibility within these structures can help accommodate diverse team dynamics while maintaining clear project objectives.

Additionally, stakeholder engagement played a crucial role in fostering interdisciplinary collaboration and technical proficiency. However, this study found that inconsistent communication with external stakeholders created barriers to effective project execution. Engaging professionals from various fields, such as healthcare, provided valuable real-world insights, reinforcing the arguments of Van den Beemt et al. on the importance of interdisciplinary education in solving complex challenges (Van den Beemt et al., 2020). However, as Boud & Soler highlight, maintaining stakeholder engagement requires structured feedback sessions and well-defined expectations to maximize learning benefits (Boud & Soler, 2016). Findings from this study further suggest that addressing logistical and communication barriers can significantly improve student's ability to integrate stakeholder insights into their projects more effectively.

This study also provides insights into the effectiveness of various assessment tools in evaluating the impact of PBL and stakeholder engagement on the development of T-shaped skills. The combination of oral presentations, technical reports, and process reports was found to provide a comprehensive skill assessment but also posed challenges. Presentations were particularly effective in assessing communication and interdisciplinary interaction skills, as supported by Mansilla & Duraising's framework on interdisciplinary work evaluation (Mansilla & Duraising, 2007). However, findings from this research suggest that a more structured and focused presentation format could help reduce student's stress and distractions, enhancing their ability to demonstrate knowledge and project outcomes effectively. Adjusting the weight of presentations and integrating process reports with technical documentation, as proposed by Gibbings & Brodie, could improve the assessment framework without compromising reflection and learning outcomes (Gibbings & Brodie, 2008).

Overall, structured communication strategies, improved stakeholder engagement, and refined assessment methods are key areas for improvement in PBL. These refinements will strengthen both the depth of technical knowledge and the breadth of interdisciplinary collaboration, ensuring that students are better prepared to tackle complex, real-world challenges (Cruz et al., 2020).

4.2 Recommendations

Based on student feedback and course evaluation, several improvements are suggested to enhance the development of T-shaped competencies and address identified challenges in Project-Based Learning (PBL).

4.2.1 Enhancing Design Thinking Support:

Structured engagement with design-thinking mentors can help students develop creative problem-solving skills while addressing complex, real-world challenges. More structured and mandatory stakeholder feedback sessions should be introduced to ensure continuous guidance throughout the project.

4.2.2 Improving Stakeholder Communication:

Mandatory and scheduled stakeholder feedback mechanisms should be integrated to ensure timely and constructive input. Encouraging advisors to engage more proactively in student projects will also improve alignment between project goals and real-world expectations.

4.2.3 Refining Assessment Methods:

Balancing process reports and technical reports can reduce redundancy while still encouraging reflection and documentation. Adjusting oral presentation weightage can help alleviate stress while maintaining the effectiveness of communication assessments. Future studies should explore the long-term impact of refined assessment methods on student skill development.

4.2.4 Optimizing Course Structure and Support Mechanisms:

Expanding the role of teaching assistants to provide additional support throughout the project cycle can help ensure timely feedback and structured learning. Introducing more interactive assessment formats, such as oral exams, may improve the overall evaluation process by allowing students to demonstrate their competencies in a more flexible manner.

5. Conclusion

This study demonstrates that Project-Based Learning (PBL) fosters T-shaped competencies by integrating interdisciplinary collaboration, structured assessment, and stakeholder engagement. While real-world collaboration and iterative feedback enhanced student learning, challenges such as inconsistent stakeholder communication and assessment stress highlight areas for improvement.

To optimize PBL, refining assessment methods, enhancing stakeholder engagement, and strengthening course design are key recommendations. Future research could explore ways to balance assessment rigor with student workload and adapt structured teamwork methods across disciplines. By addressing these challenges, PBL can further evolve as a powerful tool for real-world competency development.

Acknowledgements

I would like to express my sincere gratitude to my supervisor, Professor Torstein Bolstad, for his valuable guidance and insightful feedback throughout this research. I also extend my appreciation to the students at NTNU who participated in the study and shared their experiences.

References

- Hasan, R. (2024). *Exploring Project-Based Learning Practices and Assessment Strategies for T-Shaped Competency Development in Engineering Education*. Master's Thesis, Norwegian University of Science and Technology (NTNU). Retrieved from <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/3158614>.
- Addimando, F. (2024). Effective Communication Strategies. In F. Addimando (Ed.), *Trade Show Psychology* (pp. 53–72). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-53606-9_4
- Albert, A., Samuel, T., Ajewole, P., & Mogelola, A. (2020). Competence-driven engineering education: A case for T-shaped engineers and teachers. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 9. <https://doi.org/10.11591/ijere.v9i1.20274>
- Biggs, J. B., & Tang, C. S. (with Society for Research into Higher Education). (2011). *Teaching for quality learning at university: What the student does* (4th edition). McGraw-Hill, Society for Research into Higher Education & Open University Press.
- Boud, D., & Soler, R. (2016). Sustainable assessment revisited. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 41(3), 400–413. <https://doi.org/10.1080/02602938.2015.1018133>

- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Creswell, J. W., & Plano Clark. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* by Clark, John W. Creswell; Vicki L. Plano. 9781506394671R180. Digital bok—2017 | Akademika.no. <https://www.akademika.no/designing-and-conducting-mixed-methods-research/9781506394671r180>
- Cruz, M. L., Saunders-Smiths, G. N., & Groen, P. (2020). Evaluation of competency methods in engineering education: A systematic review. *European Journal of Engineering Education*, 45(5), 729–757. <https://doi.org/10.1080/03043797.2019.1671810>
- Gibblings, P., & Brodie, L. (2008). Assessment strategy for an engineering problem-solving course. *International Journal of Engineering Education*, 24(1), Article 1.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. FT Press.
- Mansilla, V. B., & Duraising, E. D. (2007). Targeted Assessment of Students' Interdisciplinary Work: An Empirically Grounded Framework Proposed. *The Journal of Higher Education*, 78(2), 215–237. <https://doi.org/10.1080/00221546.2007.11780874>
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (1998). *Mixed Methodology: Combining Qualitative and Quantitative Approaches*. SAGE.
- Van den Beemt, A., MacLeod, M., Van der Veen, J., Van de Ven, A., van Baalen, S., Klaassen, R., & Boon, M. (2020). Interdisciplinary engineering education: A review of vision, teaching, and support. *Journal of Engineering Education*, 109(3), 508–555. <https://doi.org/10.1002/jee.20347>

Presentation

Key factors for determining suitable learning partners: Improving current practices of student grouping

J. Haugen¹, T. E. Haugen¹ and O. Mirmotahari¹

¹ Department of Informatics, University of Oslo, Norway

Abstract: Working in groups is an important part of learning that equips students with the collaboration skills they will need when entering the workforce. Despite this, there is a lack of effective means for meaningful group formation in higher education today.

While several studies are centered around developing and testing new methods of group formation, there is a lack of studies where the opinions of the students are consistently taken into account. The aim of our paper is to determine the factors most indicative of suitable learning partners, and to create a Learning Partner Recommender System based on the findings, while maintaining a high level of student involvement throughout the process.

The factors found and the system built on them are the results of multiple iterations of student interviews, practical testing and feedback, concluded by an extended grouping study conducted at the University of Oslo. The results indicate an overwhelming satisfaction with the groups made by the system and suggest that a grouping on these factors creates environments conducive to developing collaborative competencies. Further, the results contribute significantly to our understanding of how to design educational pathways that foster comprehensive competence development in collaborative learning environments.

Keywords:

Matching criteria for student grouping, Learning partner recommender system

1 Introduction

Forming groups is an important part of learning, and research shows that working in groups is crucial, both in order to develop strong networks and to equip students with the collaboration skills they will need when entering the workforce (Burke, 2011, p. 87). The same research also emphasizes how active learning in a group environment can benefit students in terms of better grades and student satisfaction, as well as lowering the chance of students dropping out.

While there are clear benefits to working in groups, there are also detrimental effects associated with working in dysfunctional ones. Research indicates that subpar group formation actually demotivates students, and ultimately poses a hindrance to their learning (Cruz & Isotani, 2014, p. 207). Being able to provide students with well-functioning learning groups would therefore be of great benefit, both in terms of better learning outcomes and student satisfaction.

Following Johnson and Johnson's definition, a good group dynamic is fundamental to well-functioning groups. A well-functioning group should be able to communicate, establish leadership, make decisions and resolve conflict, through the active involvement of all group participants (Johnson & Johnson, 2008, p.29). Building such a group requires insight into the individual students, something that can be difficult to achieve in practical settings.

Groups, in higher education today, are typically built by either letting students self-select their group members or through the instructor applying whatever criteria they deem appropriate (Johnson & Johnson, 2008, p. 29). Neither of the commonly used approaches can guarantee a good group for everyone, but the options are limited. This has led to several studies centered around developing and testing new methods of group formation (recommender systems).

The existing research is considered to have brought valuable contributions to the field and has shown that there is potential for improving the experience of students through providing recommendations for suitable learning partners. Still, most of the criteria used in grouping research have been based on the researchers' own rationale or the general consensus of the current literature. Evaluation approaches to determine the quality of such systems have also often used synthetic data, with the focus being shifted towards scalability of the technology, and performance metrics (Tam Nguyen et al., 2019, p. 1103). In other words, there is a lack of research where the opinions of the target group, i.e. students, are taken into account during both the criteria selection and evaluation of the recommender system.

Similar to existing research, the aim of this paper is to determine the factors most indicative of suitable learning partners, and to create a Learning Partner Recommender System (LPRS) based on the findings. How this paper differentiates itself from the existing literature, however, is the uniquely central role that students play. In addition to being involved in the initial research and testing, students also took part in the evaluation of the LPRS, by working in groups produced by the LPRS for a whole semester and

providing feedback afterwards, as part of a study. The study was conducted in a first semester course at the Department of Informatics.

The dual nature of the paper resulted in two equally important research questions:

RQ1 - Which metrics of a student are relevant to finding suitable learning partners?

RQ2 - Would a tool, grouping students based on these metrics, be able to form groups that are preferable to semi-random ones in a practical university setting?

2 Method

The research in this paper was conducted in the form of an iterative process, where the insights gained from each iteration formed the basis for subsequent work. Following is an overview of the method.

An initial selection of six student grouping criteria (matching criteria) was formed based on existing literature and current practices. The selection consisted of:

Availability - student's available hours for group work (selection of timeslots)

Work frequency - student's desired frequency of group work (days per week)

Workload - student's desired amount of time spent on group work (hours per week)

Ambition level - student's ambitions for the course in terms of learning outcome (selection of most fitting textual description)

Preferred attendance mode - student's preference for online or in-person group work

Preferred language - student's preferred working language

Student interviews were conducted to assess the relevance of the initially selected matching criteria, and to assess the need for new matching criteria. The students interviewed were asked whether they found each criterion relevant to discerning suitable learning partners, why they found them (ir)relevant, and whether any other criteria (existing or new) would be more relevant.

A revised selection of matching criteria was formed based on the insights gained from the student interviews. The new criteria proposed during the interviews were evaluated, and the criteria that were considered irrelevant by the students were reevaluated.

The LPRS was implemented using Nettskjema (an online form) for data collection, python for data engineering, and k-means clustering for student classification. It was designed to classify students using the revised matching criteria and then split the classes into groups of four. Development testing was performed on synthetic "student" data, and the grouping logic was adjusted during testing to ensure the most similar "students" were grouped together.

A small-scale test of the LPRS was conducted on students to assess whether the grouping performed on real student data was of the same quality as the grouping performed on synthetic data.

The LPRS was improved upon, using the insights gained from the small-scale testing. Criteria with little variation, and consequently little effect on the grouping logic, were removed, in order to achieve a more relevant grouping. In addition, gender identity was added as a matching criterion to enable the creation of balanced groups.

The LPRS was used in an extended study, to provide the basis for a thorough evaluation of the quality of the grouping, and by extension the relevance of the matching criteria. The study consisted of the LPRS grouping first-year students participating in the course IN1020 at UiO, and these assigned groups working together on mandatory assignments over the course of a semester.

In-depth group interviews were conducted at the end of the study to assess whether the goals of the paper had been met. The students interviewed were asked to share their experiences with working in the LPRS-assigned groups, and to evaluate the quality of both the group environment and the group work. The feedback gained from the interviews constituted the final results of the research and provided the basis for the final evaluation.

3 Results

During the first round of student interviews, the students were asked to assess the relevance of the initially selected matching criteria. Shown below (fig. 1) is the distribution of answers to the first two questions regarding matching criteria relevance:

Q1 - “When recommending potential learning partners, could a similar answer to [matching criterion] be relevant to discerning which students might work well together?” Q2 - “In the same context, would you personally prefer someone who has a similar answer to [matching criterion] as you?”		
Matching criterion	Q1 (Yes)	Q2 (Yes)
Availability	96%	96%
Work frequency	80%	84%
Workload	32% (*)	48% (*)
Ambition level	96%	96%
Preferred attendance mode	60%	64%
Preferred language	52% (**)	52% (**)

Fig. 1: Collected answers from 25 student interviews regarding perceived matching criteria relevance. Grayed out matching criteria were not included in the final version of the LPRS.

(*) Answers regarding workload were ambiguous, as students considered workload to be important, but harder to estimate and less significant than work frequency.

(**) All students interviewed were native Norwegian speakers who considered themselves proficient in both English and Norwegian.

During the first round of student interviews, the students were also asked to specify how relevant they personally found each of the initially selected matching criteria, and why they found the criteria (ir)relevant. Shown below (fig. 2) is a summary of the answers to the third question regarding matching criteria relevance:

Q3 - “How important is it to you that a potential learning partner has a similar answer to [matching criterion] as you do, and why?”	
Matching criterion	Notes
Availability	• Very important factor • Reduces logistical problems • Allows everyone to participate • Integral to allow for desired work frequency
Work frequency	• Very important factor • Lets you avoid having to “carry” others • Supports equal participation • Also a good indicator of ambition
Workload	• Mixed response • Good in theory but difficult to estimate beforehand • Work frequency and ambition level are better indicators of how much someone wants to work
Ambition level	• Very important factor • Best measure of how much someone wants to apply themselves • Ensures everyone is equally motivated • Common goal unifies groups
Preferred attendance mode	• Important factor • Some were fine with different preferences • The majority strongly preferred similar preferences and considered it a very important factor • Ensures everyone is equally involved
Preferred language	• Somewhat unimportant factor • Native language was generally preferred, but very few mind having to work in English • Therefore not the most relevant matching criterion

Fig. 2: Notes from student interviews regarding personal opinion on and reasoning behind matching criteria relevance. Grayed out matching criteria were not included in the final version of the LPRS.

During the group interviews at the end of study, the students were asked to share their experiences with working in the LPRS-assigned groups. Shown below (fig. 1) is the distribution of answers to two of the questions regarding satisfaction with the LPRS's grouping:

Q1 - "For group work in future courses, which of these options would you prefer?": O1 : "Working with this group" O2 : "Finding a new group"				
Q2 - "Assuming you are required to find new groups in future courses, which of these options would you prefer?": O1 : "Being grouped by an LPRS similar to the one used in this course" O2 : "Finding a group using alternative means"				
	Q1		Q2	
	O1	O2	O1	O2
Students	100%	0%	95%	5%
Groups	100%	0%	85% (*)	15% (*)

Fig. 3: Collected answers from 13 LPRS-generated groups (42 students) regarding group satisfaction. Group members were not informed of what their fellow group members answered.

() 85% of groups unanimously voted for option 1. In the remaining 15% of groups, one member voted for option 2.*

The final set of matching criteria used for student classification consisted of:

- Availability
- Work frequency
- Ambition level
- Group size
- Gender identity

4 Discussion

The findings from this research contribute significantly to our understanding of how to design educational pathways that foster comprehensive competence development, particularly in collaborative learning environments. The results not only answer our initial research questions, but also provide valuable insights into designing educational programs that enhance students' collaborative competencies.

The final set of primary matching criteria that emerged from our research - namely availability, work frequency, and ambition level - represents more than just logistical parameters. These criteria form a foundation for developing crucial workplace competencies that extend beyond mere academic knowledge and skills.

Despite being similar to ones found in the existing literature, each criterion has throughout the research been subject to numerous evaluations, not only from the perspective of existing research, but also from the perspective of the students which the criteria are intended to group. The high relevance ratings (80% - 96%) given by students to these criteria, coupled with their strong preference for groups formed using these parameters, suggests that these factors create an environment conducive to developing collaborative competencies.

The group size and gender identity as additional grouping criteria further reflects the complexity of designing learning environments that promote comprehensive competence development. These criteria acknowledge that collaborative competence isn't solely about matching schedules or ambitions; it's about creating diverse, balanced groups where students can develop the interpersonal skills and adaptability required in modern workplaces.

These findings serve to show that the final matching criteria determined through this research are both highly relevant and constitute a sufficient basis for determining suitable learning partners, answering the first research question.

As the LPRS used to group students in the extended study was built solely on the final set of matching criteria, the final evaluation of the LPRS directly connects to the second research question

The overwhelming preference (100%) of students to maintain their LPRS-assigned groups for future courses indicates that the system successfully creates environments where students can develop sustainable collaborative relationships - enhancing the learning environment. This finding is particularly significant in the context of designing educational programs that prepare students for tackling complex problems in their future careers. The high satisfaction levels suggest that these groups provide a foundation where students can develop not just subject-specific knowledge, but also the broader competencies needed for effective teamwork.

The unexpectedly high preference (95%) for being grouped by a grouping tool similar to the LPRS rather than alternative means for future courses further indicates the success of the system. Not only does it suggest a perceived lack of trust in the alternative means of grouping currently available, but it also emphasizes the necessity of an easily available and effective grouping tool, such as this system.

In conclusion, the insights gained from the final interviews clearly indicate that the LPRS built on the final matching criteria is capable of producing groups that are preferable to semi-random ones, i.e. groups formed through alternative means, answering the second research question.

Special thanks to

Miriam Schumacher Hillesund for valuable insights, and the students at the Department of Informatics for their invaluable participation in our research.

References

- Burke, A. (2011). Group Work: How to Use Groups Effectively. *Journal of Effective Teaching*, 11(2), 87-95.
- Cruz, W. M., & Isotani, S. (2014). Group Formation Algorithms in Collaborative Learning Contexts: A Systematic Mapping of the Literature. In N. Baloian, F. Burstein, H. Ogata, F. Santoro, & G. Zurita (Eds.), *Collaboration and Technology: 20th International Conference, CRIWG 2014, Santiago, Chile, September 7-10, 2014, Proceedings* (pp. 207-222). Springer International Publishing.
- Johnson, R. T., & Johnson, D. W. (2008). Active learning: Cooperation in the classroom. *The Annual Report of Educational Psychology in Japan*, 47, 29-30. 10.5926/arepj1962.47.0_29
- Tam Nguyen, T., Morgan, M., Butler, M., & Marriott, K. (2019, February). Perfect Match: Facilitating Study Partner Matching. *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 1102-1108. 10.1145/3287324.3287344

Presentasjon

Campusstudentene fikk valget mellom temabaserte småvideoer og dialogbaserte fysiske forelesninger, hva valgte de og hvorfor?

Hilde Henriksen¹ og Ragnhild Johanne Rensaa²

¹ Institutt for elektroteknologi, Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi, UiT, Norge

² Institutt for elektroteknologi, Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi, UiT, Norge

Sammendrag:

Våren 2024 implementerte vi et delt undervisningsopplegg i Matematikk 2 på ingeniørutdanningen ved UiT i Narvik. Tidligere år hadde vi gjort opptak av fysiske forelesninger til bruk for nettstudenter og studenter som ikke kunne være til stede på forelesningene, men dette ble ikke gjort våren 2024. I stedet tilbød vi forhåndsinnspilte småvideoer som presenterte faginnholdet, og forelesningene ble kjørt uten opptak slik at disse kunne være mer dialogbaserte. Alle studenter fikk tilgang til alt materiale, og de kunne velge hvilket undervisningsformat de ville bruke.

Vi samlet inn data fra alle studenter som tok emnet denne våren, men i presentasjonen er fokus satt på campusstudentene siden nettstudentene i hovedsak valgte videoformatet. Vi spør: Når campusstudenter får valget mellom temabaserte småvideoer og dialogbaserte fysiske forelesninger, hva velger de og hvorfor?

Vi vil presentere resultater fra datainnsamlinger gjort i to anonyme spørreundersøkelser. Hovedvekt legges på kvantitative tolkninger, men for utdypning vil utvalgte tilbakemeldinger i åpne spørsmål også inkluderes. Dette leder frem til tre diskusjonsspørsmål som omhandler hvordan man kan ivareta de positive delene i de ulike undervisningsoppleggene og hva vi ønsker å oppnå med undervisningen vi tilbyr.

Nøkkelord:

Matematikk, ingeniørstudenter, småvideoer vs forelesninger, campusstudenter

1 Innledning

Våren 2024 laget vi et nytt undervisningsopplegg i Matematikk 2 ved ingeniørutdanningen på UiT i Narvik. Tidligere ble forelesninger streamet og tatt opp for både nett- og campusstudenter. Dette er vanlig ved vår campus, og alle våre studenter får tilgang til streaming og opptak. På denne måten kan også campusstudenter som ikke kan være til stede på forelesningene få disse med seg.

Våren 2024 ble ikke forelesningene streamet. Vi hadde i stedet forhåndsinnspilt småvideoer som presenterte faginnholdet, og forelesningene var uten opptak slik at disse kunne være mer dialogbaserte. Alle studenter hadde tilgang til alt materiale og kunne velge hvilket undervisningsformat de ville bruke.

Vi vil presentere hvordan emnet ble organisert, men legge hovedvekt på resultatene. Vi innhentet kvantitative og kvalitative data fra samtlige studenter, men konsentrerer oss om campusstudentenes tilbakemeldinger. Disse hadde et reelt valg mellom fysiske forelesninger og småvideoer, mens nettstudenter i hovedsak nyttiggjorde seg småvideoene. Vårt forskningsspørsmål er:

Når campusstudenter får valget mellom temabaserte småvideoer og dialogbaserte fysiske forelesninger, hva velger de og hvorfor?

2 De ulike undervisningsformatene

2.1 Fysiske forelesninger

Den tradisjonelle undervisningsformen i matematikkemner ved vårt fakultet er forelesninger med opptak. Fysiske forelesninger har sine fordeler; de kan være effektive for å kommunisere informasjon, modellere resonnering og motiver studenter når de støttes på passende måte av andre aktiviteter (Pritchard, 2010). Men det er også flere forskere som er skeptiske til denne undervisningsformen og mener den gir et 'transmisjonistisk' syn på læring (Jaworski et al., 2017). Våren 2024 ble forelesningene ikke tatt opp, noe som ga oss frihet til å stoppe opp og diskutere utfordrende begreper og beregninger. Dersom tidsplanen skled ut, kunne vi be studentene se deler i småvideoene. Studentene kunne stille spørsmål uten at disse kom med på et opptak, og forelesningene ble mer dialogbaserte.

2.2 Småvideoer

Matematikkinnhold presentert i småvideoer har sine fordeler. Vårt opplegg inkluderte en tabell med videolenker og en liste med relevante oppgaver fra temaene presentert i videoene. Et slikt opplegg har fleksibilitet i planlegging og tempo, samt unngåelse av lange forelesninger (Howard et al., 2018). Det er enkelt å gå tilbake for å se deler som faller vanskelige på nytt (Rensaa, 2015). Også her viser forskningen til ulemper, deriblant mangel på diskusjon med medstudenter og det å ikke være en del av et fagmiljø (Trenholm & Peschke, 2020). Vi gjorde ingen særskilte tiltak for å få studentene inn i et fagmiljø denne våren, men fordi våre studier har hatt nettstudenter i flere år har vi tilbud

om nettsupport som Discord og veiledning via nett. Noen nettstudenter samarbeider online, men på eget initiativ.

3 Forløp og datainnsamling

3.1 Undervisningsforløp

Undervisningen forløp ikke som vi hadde ønsket. Flere campusstudenter møtte til fysiske forelesninger i starten, men antallet sank gradvis. I gjennomsnitt var 1/4 av campusstudentene til stede.

3.2 Datainnsamling

Vi samlet inn data i to omganger; en anonym spørreundersøkelse i Nettskjema i første halvdel av emnet og et papirspørreskjema på selve eksamensdagen. Begge undersøkelsene var anonyme og hadde stor svarprosent, mer enn 90%.

I presentasjonen vil vi konsentrere oss om kvantitative resultater fra den siste datainnsamlingen for å vise noen hovedpunkter. Det fremkom flere interessante resultater, men av plasshensyn vil kun et utvalg diskuteres. Som supplement vil et par tilbakemeldinger fra et åpent spørsmål i den første undersøkelsen inkluderes.

3.3 Analysemetode

Som analyseverktøy for de kvantitative resultatene er Excel brukt til å finne sammenhenger, begrense og samle relevant data for derved å kunne gi en oversikt.

4 Noen resultater

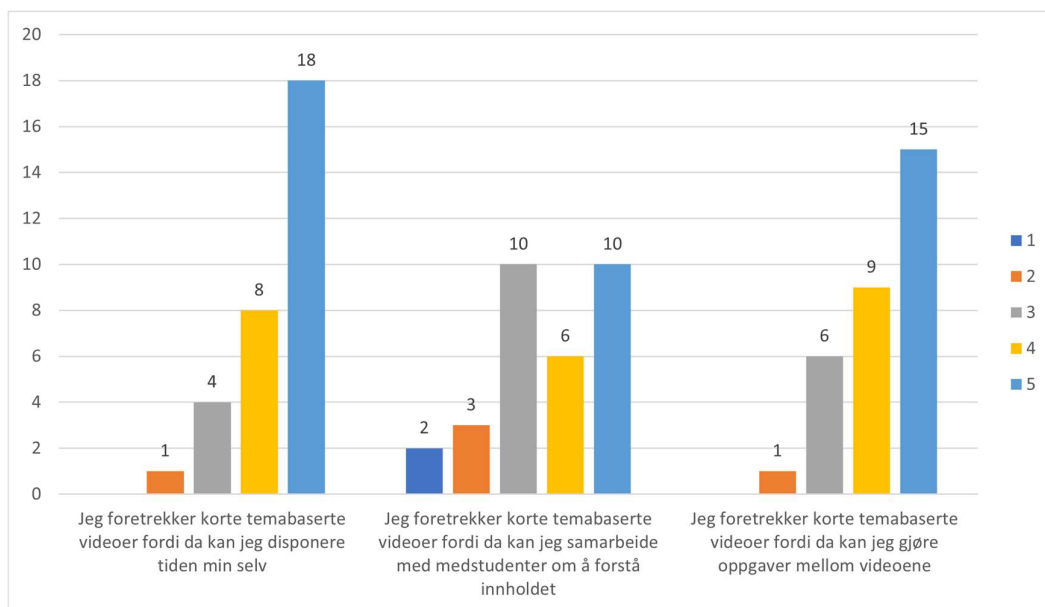
I alt 70 campusstudenter besvarte spørreskjemaet på eksamensdagen. På en 5-delt Likertskala fra 'Helt uenig' til 'Helt enig' skulle studentene si seg enig i et sett utsagn både relatert til fysiske forelesninger og til småvideoer. For sammenstilling betrakter vi graderingene 4 og 5 på Likert-skalaen som "enige", og graderingene 1 og 2 som "uenige". Graderingen 3 er "nøytral".

Vi presenterer data fra studentgruppen som har sett mange videoer og gruppen som har sett få. Gruppen i midten, de som har sett 40-60% av videoene, er generelt positive både til videoer og forelesninger, og tas ikke med i diskusjonen.

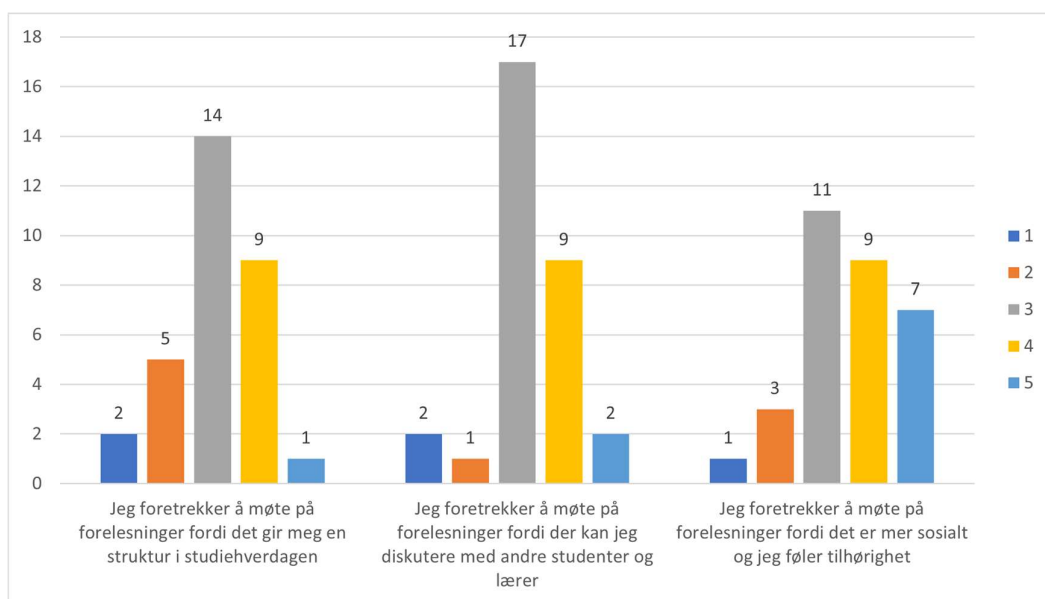
4.1 Studenter som hadde sett mellom 60% og 100% av videoene

Det er 21 studenter har sett mellom 80% og 100% av videoene, mens 10 studenter har sett mellom 60% og 80% av videoene, til sammen 31 studenter.

Figurene 1 og 2 viser graderingen som denne studentgruppen har gitt på påstander om hvorfor de foretrekker temabaserte videoer eller forelesninger.



Figur 1: Gradert enighet blant studenter som ser mange videoer, om videoer



Figur 2: Gradert enighet blant studenter som ser mange videoer, om forelesninger

Vi ser at studentene som har sett flest av de temabaserte videoene er enige i at de foretrekker disse fordi de kan disponere tiden sin selv og gjøre oppgaver mellom videoene. 52% av disse studentene foretrekker de temabaserte videoer fordi de da kan samarbeid med medstudenter om å forstå innholdet (Figur 1).

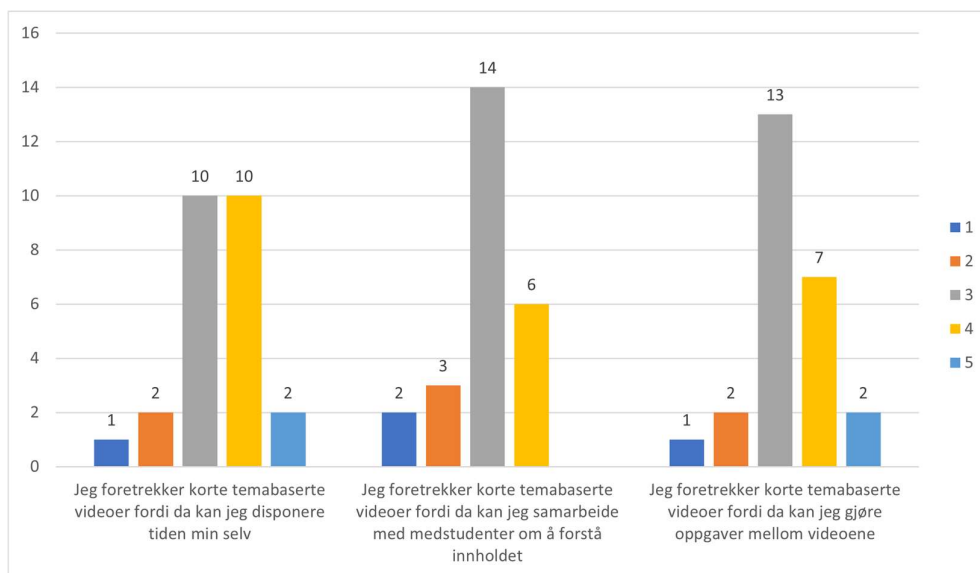
Fra Figur 2 ser vi at "nøytral" er fremtredende når det kommer til spørsmålene om å foretrekke forelesninger. Likevel er det verdt å merke seg at 52% er enige i at de foretrekker forelesninger fordi det er mer sosialt og de føler tilhørighet (Figur 2).

I Figur 1 og 2 ser vi at det er få studenter som er uenige i noen av utsagnene, både om temabaserte videoer og om forelesninger.

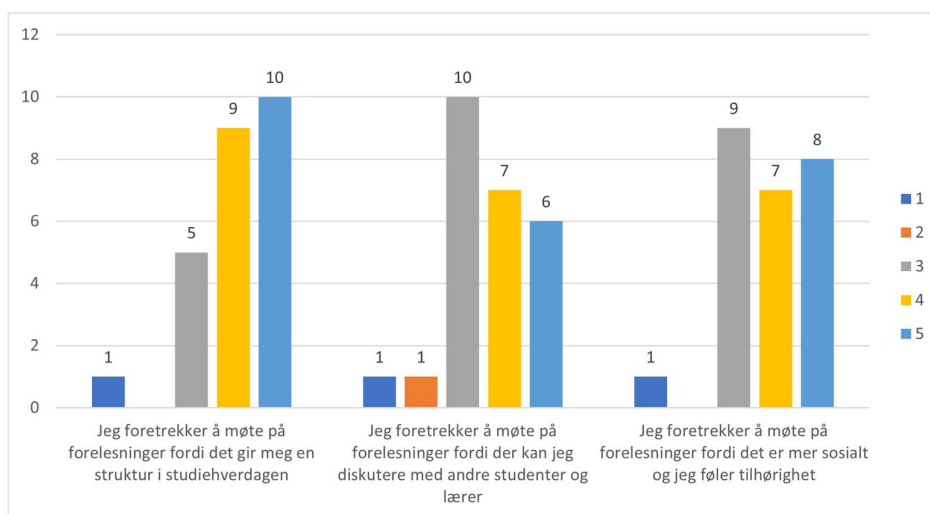
4.2 Studenter som har sett mellom 0% og 40% av videoene

16 studenter har sett mellom 20% og 40% av videoene, og 9 studenter har sett mellom 0% og 20% av videoene, tilsammen 25 studenter.

Figurene 3 og 4 viser graderingen som denne studentgruppen har gitt på påstander om hvorfor de foretrekker temabaserte videoer eller forelesninger.



Figur 3: Gradert enighet blant studenter som sjelden ser videoer, om videoer



Figur 4: Gradert enighet blant studenter som sjelden ser videoer, om forelesninger

Av studentene som har sett få temabaserte videoer, ser vi fra Figur 3 at mange er nøytrale til utsagnene om at de foretrekker de temabaserte videoene. Denne nøytraliteten gjenspeiles også i Figur 4 om forelesningene, men der er flere enige i påstandene. Utsagnet om at de foretrekker de temabaserte videoene for da kan de disponere tiden selv skiller seg litt ut. Her er 48% av studentene enige i påstanden (Figur 3).

Det fremkommer tydelig at studentene foretrekker forelesninger fordi det gir dem struktur i hverdagen. Det å møte på forelesningene fordi det er mer sosialt og de føler tilhørighet scorer også bra (Figur 4).

For alle spørsmålene i denne gruppen kan vi se at det er få som er uenige uansett påstand.

4.3 De mest fremtredende egenskapene ved småvideo-opplegget

I spørreundersøkelsen som studentene besvarte var det seks utsagn som omhandlet egenskaper ved de temabaserte videoene. Dette gir nyttig bakgrunnsinformasjon for undersøkelsen vår. Også her skulle studentene gradere enigheten på en 5-delt Likertskala fra 'Helt uenig' til 'Helt enig'.

De mest fremtredende tendensene var:

- 87% av de som hadde sett mange videoer og 64% av de som hadde sett få videoer er enige om at videoene går mer rett på sak enn forelesningene.
- Rundt halvparten av studentene (både de som hadde sett mange og de som hadde sett få videoer) er litt redd for at det sies ting i forelesningene som ikke er med på de korte temabaserte videoene.
- 83% av de som hadde sett mange videoer og hhv. 56% og 60% av de som hadde sett få videoer var enig i følgende:
 - videoene er enklere å kombinere med oppgaveregning underveis
 - korte temabaserte videoer er mer oversiktlige enn opptak av hele forelesninger
- I begge gruppene er det få som har sagt seg enig i at de temabaserte videoene gir forstyrrende mange klikk, eller at videoene gir mindre kontinuitet.

5 Diskusjon

5.1 Undersøkelsen vår

Fra resultatene ser vi flere interessante tendenser. De 31 studenter som har sett flest videoer har en sterk preferanse for videoene fordi de kan disponere sin egen tid og gjøre oppgaver mellom videoene. Samtidig foretrekker mer enn halvparten av disse studentene forelesninger på grunn av det sosiale aspektet og følelsen av tilhørighet, og flere foretrekker også de temabaserte videoene for da å kunne samarbeide om å forstå innholdet. Hvordan dette foregår forklares i et åpent studentsvar fra første spørreundersøkelse:

S1: «...Om man vil kan man samles to eller flere når alle har tid for å se undervisningen(e) sammen. Pause å spørre hverandre underveis hvis man ikke forstår. Dette er ofte bedre enn å spørre en lærer som har 100 andre studenter å holde forelesning for. Ingen lange pauser eller annen type prating/distraksjoner underveis i undervisningen...» (Utdrag)

Dette er i tråd med Howard et al's resultat (2018) som viser at studentene vektlegger fleksibiliteten i video-formatet. Noen av våre studenter er i stand til å utnytte dette til en annen måte å samarbeide med medstudenter på: Se på – og diskutere – små porsjoner av forelesningsinnholdet sammen.

De 25 studentene som har sett færre videoer er ofte nøytrale når det gjelder de temabaserte videoene, selv om de har en viss preferanse for fleksibiliteten som videoene gir. Disse studentene foretrekker forelesningene fordi det gir dem struktur i hverdagen, og fordi det er sosialt og de føler tilhørighet. I det åpne spørsmålet om fordeler med forelesninger uten opptak, er følgende en typisk tilbakemelding:

S2: «Må dukke opp på Campus for å delta på disse. På denne måten kan det bidra som en motivator til å faktisk komme på skolen og ikke sitte hjemme å jobbe alene. Uten opptak føles nok tryggere for mange mtp. spørsmål.»

Pritchard (2010) konkluderer at forelesninger ikke kan erstattes av opptak, og Howard et al (2018) påpeker at studenter går på forelesninger fordi de verdsetter interaksjonene disse tilbyr men også at de tror at de 'automatisk' lærer ved å delta på forelesninger. Våre studenter er mer opptatt av tilhørigheten og strukturen de får i undervisningshverdagen med forelesninger til faste tider.

Uavhengig av hvor mange videoer studentene hadde sett er det få som er uenige med påstandene om fordelene både ved videoene og forelesningene, men det er en del som er nøytrale. Dette kan bety at studentene har en relativt positiv oppfatning av begge undervisningsformene.

Oppsummert synes det som om fleksibiliteten i de temabaserte videoene er det viktigste for studentene som ser flest videoer, mens for de som ser færre videoer, er struktur og sosial interaksjon i forelesningene viktigst.

Til diskusjon

- Hvordan kan man organisere en undervisning der studentene ønsker å se korte videoer som presenterer faginnholdet sammen og diskutere innholdet ved behov med faglærer tilgjengelig ved spørsmål – uten at læreren blir 'overarbeidet'?
- Hvordan kan man tilrettelegge for at studenter møter på campus til fysisk undervisning når det samtidig – og i tråd med tiden – finnes et nettilbud?

5.2 Eksamensresultatet

Vi har over flere år gjort ulike tiltak for å motivere ingeniørstudentene våre til å arbeide med matematikk. Disse studentene er gjerne ikke primært interessert i matematikk, snarere de mer programspesifikke fagene (Kümmerer, 2001). Noen tar kun sikte på å bestå eksamen på grunn av stor arbeidsbelastning i studiene (Korhonen et al., 2015). Vi har erfart at med et tilgjengelig tilbud online uteblir studentene lett fra undervisningen, og når arbeidspresset er stort er det lett for at matematikkemnene betaler prisen for at studentene har mye å gjøre. Etter Koronatiden har vi hatt mål om å få flere studenter

tilbake på campus, noe vi også ønsket våren 2024. Sett i lyst av dette, var undervisningsopplegget mislykket. Studentene møtte til forelesninger i starten, men oppmøtet sank raskt utover i semesteret. Likevel var eksamensresultatet ikke så verst. Det var merkbart lavere strykprosent enn i 2023, på nivå med før Korona. I så måte var prosjektet ikke mislykket. Dette reiser et mer filosofisk spørsmål om undervisningsformatene.

Til diskusjon

Ønsker vi at studentene skal møte på campus eller er det nok at de gjør det bra til eksamen?

Referanser

- Howard, E., Meehan, M., & Parnell, A. (2018). Live Lectures or Online Videos: Students' Resource Choices in a First-Year University Mathematics Module. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(4), 530-553. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1387943>
- Jaworski, B., Mali, A., & Petropoulou, G. (2017). Critical Theorising from Studies of Undergraduate Mathematics Teaching for Students' Meaning Making in Mathematics. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 3(1), 168-197. <https://doi.org/10.1007/s40753-016-0044-z>
- Korhonen, L., Maikkola, M., & Kaasila, R. (2015). Motivation for maintaining a constant workload during a mathematics course for engineers. *WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education*, 12, 74-85, Article 8.
- Kümmerer, B. (2001). Trying the impossible: Teaching mathematics to physicists and engineers. In D. Holton (Ed.), *The teaching and learning of mathematics at university level: An ICMI study* (pp. 321-334). Kluwer Academic Publishers, <https://www.springer.com/gp/book/9780792371915>.
- Pritchard, D. (2010). Where learning starts? A framework for thinking about lectures in university mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 41(5), 609-623. <https://doi.org/10.1080/00207391003605254>
- Rensaa, R. J. (2015). Ingeniørstudenters bruk av læringsverktøy i et lineær algebra-emne - hvilken rolle spiller nettbaserte forelesninger? [Engineering students' use of learning tools in linear algebra – which role does web based lectures play?]. *UNIPED*, 38(4), 345-352.
- Trenholm, S., & Peschke, J. (2020). Teaching undergraduate mathematics fully online: a review from the perspective of communities of practice. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00215-0>

Presentasjon

Spillifisering for kompetanseutvikling

Miriam Schumacher Hillesund og Omid Mirmotahari

Institutt for Informatikk, Universitetet i Oslo, Norge

Sammendrag: Denne studien utforsker effekten av spillifisering i emnet IN1020 – ‘Introduksjon til datateknologi’ ved Institutt for Informatikk. Spillifisering, som bruker elementer fra spill for å engasjere og motivere studenter, har vist seg å være et verdifullt verktøy for å forbedre læringsmiljøet og fremme kompetanseutvikling. Studien benytter både kvantitative og kvalitative metoder, inkludert intervju og observasjon, for å undersøke hvordan spillifisering påvirker studenters arbeidsmetoder, læringsmiljø og resultater. Resultatene viser økt engasjement, forbedret begrepsforståelse, og effektiv samlæring. Kvantitativ data indikerer bedre eksamensresultater for de som deltok i spillet. Gjennom samarbeid og praktiske oppgaver utvikler studentene sin sosiale, faglige og digitale kompetanse, inkludert kritisk bruk av KI. Studien konkluderer med at bruk av spill i undervisning tilrettelegger for et godt læringsmiljø der studentene kan bygge kompetanse og kunnskap.

Nøkkelord:

Spillifisering, kompetanse, læringsmiljø, samlæring, engasjement

1 Innledning

Innføringen av nye teknologier åpner for nye måter å tilegne kunnskap og bygge kompetanse på. Bruk av spill i undervisningen har utviklet seg i løpet av de siste tiår, og benyttes ofte som supplement til andre læringsmidler. Spillifisering handler om å anvende elementer og prinsipper fra spill for å engasjere, motivere, støtte læreprosesser og bidra til problemløsning (Kapp, 2012).

I denne studien vil vi søke å belyse sentrale erfaringer og funn fra bruk av spillifisering i emnet IN1020 - 'Introduksjon til datateknologi'. Vi vil se nærmere på hvordan dette påvirker læringsmiljø og kompetanse. Kunnskapsdepartementet definerer kompetanse som *«evne til å løse oppgaver og mestre utfordringer i konkrete situasjoner, og ser kompetansebegrepet som summen av kunnskap, ferdigheter og holdninger, og hvordan disse anvendes i samspill»* (NOU 2018:2).

Problemstillingen for denne oppgaven tar for seg dette:

Hvordan kan spillifisering tilrettelegge for bedre læringsmiljø og økt kompetanseutvikling?

Vi vil blant annet undersøke hvordan spillifisering påvirker studenters arbeidsmetoder, læringsmiljø og resultater – og gjennom dette bidrar til kompetanseutvikling.

2 Om spillet

Faglærerne hadde et ønske om å gi studentene et alternativt undervisningsløp, og gjennom samhandling med studenter ble spillet laget av studenter for studenter. Spillet har blitt utviklet og utprøvd i flere iterasjoner. Den første var på papir, den andre var en statisk digitalisering av denne, og den tredje et dynamisk digitalt spill som et univers og en tilhørende oppgavebank.

Tanken med spillet er å forsterke studentenes læringsmiljø ved å tillate studenter å jobbe i grupper og løse oppgaver sammen. Spillet inneholder en stor oppgavebank der studentene har tilgang til mange oppgaver som er differensiert på ulike nivåer. Spillets hensikt er mengdetrening og motivasjon til å løse flere oppgaver.

Spillet erstatter obligatoriske oppgaver i emnet. Studentene kan selv velge å melde seg på spillet, eller alternativt gjøre obligatoriske oppgaver i ordinært løp.

Spillet inneholder elementer fra spillifisering. Hovedtemaene i emnet blir representert som planeter, med hver sin tilhørende satellitt, som representerer den obligatoriske oppgaven. På de ulike planetene er det undertemaer med fem ulike vanskelighetsnivåer. Studentene velger et nivå, og må gjennomføre alle oppgavene for å bestå nivået. Når nivået er bestått, vil progresjonen deres øke.

3 Metode

Studiet baserer seg på IN1020, et obligatorisk førsteårsemne i informatikk for alle studenter ved de fem studieprogrammene ved Institutt for Informatikk. Studiet er primært gjennomført ved hjelp av kvalitativ metode, supplert med enkelte kvantitative

målinger. I de kvalitative undersøkelsene ble intervju og observasjon benyttet. Intervjuene ble gjennomført noen uker etter spillet ble lansert. Det ble gjennomført totalt fem intervjuer, både i form av gruppeintervjuer og individuelle samtaler. Under intervjuene ble det tatt notater.

Observasjon ble benyttet for å undersøke hvordan studentene brukte spillet og samarbeidet. Det ble gjennomført tre observasjoner med to ulike grupper. Observasjonene foregikk ved slutten av semesteret, under innspurten av gjennomføringen av spillet. Under observasjonene ble det tatt notater.

Dataen fra de kvalitative undersøkelsene ble analysert med tematisk analyse. Teksten ble fargekodet basert på ulike kategorier, slik som: samspill med teknologi, kognitive prosesser, frustrasjon, læring, og sosiale aspekter. Videre utledet vi funn.

4 Resultater

4.1 Kvantitative funn

Det var 310 studenter som meldte seg opp frivillig og av disse gjennomførte 306. Det var totalt 85 grupper og til sammen har disse gruppene løst over 150 000 oppgaver over en seks ukers tidsperiode. Totalt var det 596 som avla eksamen og de 306 studentene som deltok i spillet oppnådde en høyere gjennomsnittlig poengscore på eksamen.

4.2 Kvalitative funn

Etter gjennomgang av den kvalitative dataen fra intervju og observasjon har vi identifisert følgende grupperinger av funn:

- **Engasjement.** Flere enkeltstudenter og grupper uttrykker både i intervju og under observasjon at bruk av spill i undervisningen engasjerer dem. Studentene synes det er gøy å spille, og dette bidrar til at de gjør mange oppgaver. Spill skaper et læringsmiljø som fremmer studentenes interesse og deres motivasjon for å delta aktivt i undervisningen.
- **Læringsstrategier.** Studentene jobber nøye og systematisk med oppgavene. De dobbeltsjekker beregninger ved å utforske ulike alternativer før de sammenligner svarene.
- **Kritisk bruk av KI.** Studentene utforsker KI-verktøy og blir kjent med muligheter og begrensninger. De reflekterer over bruk av KI, og de opparbeider en digital kompetanse.
- **Samlæring.** Studentene samarbeider i grupper, der de diskuterer oppgaver og deler kunnskap. De lærer av hverandre ved at de husker forskjellige konsepter fra pensum og gir forklaringer når noen ikke forstår. Studentene styrker også egne samarbeidsferdigheter.
- **Helhetlig oversikt og begrepsforståelse.** Studentene forteller at spillet bidrar til en bedre oversikt over pensum og at det hjelper dem til å forstå begreper. Spillet er også et godt verktøy for å repetere fagstoff. Studentene kjenner igjen begreper fra forelesning, og kan øve på dem i spillet gjennom tilrettelagte oppgaver.

5 Diskusjon

5.1 Engasjement og motivasjon

Spillifisering skaper stort engasjement og motivasjon hos studentene. Da vi spurte studentene om deres motivasjon for å melde seg på spillet, sa en:

«Gøy å prøve noe nytt.»

Studentene synes spill er gøy, og spill i seg selv skaper interesse ved at det tilfører noe nytt til undervisningen. Dette engasjementet kommer også til uttrykk ved at studentene jobber seg videre i spillet:

«Vi gikk gjennom begreper de ikke hadde gått gjennom i forelesning.»

Studentene opplever synlig og konkret fremdrift gjennom spillet, samtidig som de utvikler kompetanse. Spillet tilgjengeliggjør læring ved at studentene konstant får nye oppgaver på sitt nivå. Dette skaper et godt læringsmiljø som tillater kompetanseutvikling. Engasjement og motivasjon bidrar også til at studentene blir mer mottagelige for kunnskap. Dette kommer tydelig til uttrykk at de liker å jobbe med oppgavene. Som en sa under observasjon:

«Jeg har lyst til å regne.»

Gjennom semesteret hadde spillet noen tekniske feil. Studentene virker likevel tilgivende for disse:

“Hvis alt det tekniske er på plass, er det fint.”

Studentene har mulighet til å sende inn tilbakemeldinger dersom de oppdager feil. Under en av observasjonene skjedde det en teknisk feil, og gruppen sendte inn en rapport. Dette viser at de aktivt engasjerer seg og ønsker å bidra til videre utvikling. De forklarer at de ofte sender tilbakemeldinger:

“Vi har gitt mye tilbakemeldinger før.”

Disse tilbakemeldingene kan brukes til videre utvikling og forbedring av spillet. Under intervjuet foreslo også studentene konkrete endringer de ønsket seg:

«Bedre synlighet når satellitten åpner seg.», «Knapp for å kommunisere med noen.»

Studentene er opptatt av fremtidig bruk og hvordan spillet kan forbedres. Dette tyder på at studentene ønsker at spillet som konsept skal lykkes. Ved å involvere studenter i utviklingen, skaper vi et læringsmiljø der de kan påvirke og forbedre undervisningen. Denne studentmedvirkningen fremmer eierskap og ansvarlighet for egen læring, og bidrar til å gjøre spillifisering mer effektiv og relevant.

5.2 Læringsstrategier

Spillet legger til rette for praktisk læring gjennom aktiv oppgaveløsning. De får umiddelbare tilbakemeldinger og vet hvordan de ligger an. Vi observerte at de leser oppgavene nøye, og diskuterer hva oppgaven spør om dersom de er usikre. De benytter seg av ulike verktøy for å løse oppgavene. Slik lærer de noen gode teknikker og finner ut hva som egner seg best.

Studentene jobbet nøye med oppgavene, og ville gjerne dobbeltsjekke svaret før de sendte det inn:

«Skal vi kanskje dobbeltsjekke?»

På regneoppgaver fordeler gjerne studentene de ulike svaralternativene og regner ut hver for seg:

«Skal alle ta én hver?»

Spillet tilbyr innebygd læringsstøtte som gir muligheten for hjelp under oppgaveløsning. Studenter kan be om hint hvis de står fast. De mottar umiddelbar tilbakemelding etter å ha svart, og kan også be om forklaring for å videre forståelse. Relevant støtte der og da og umiddelbar respons på resultater gjør at man ikke står fast og lurere på om man har gjort ting riktig.

Spillet gir også studentene en oversikt over egen progresjon, og krever at studentene må ha oppnådd en progresjon på 80 prosent innenfor et tema før de kan ta den obligatoriske oppgaven. Vi tenker at dette fører til at studentene jobber mer jevnt med emnet gjennom semesteret. Under en av observasjonene, gjorde gruppen den obligatoriske oppgaven. Vi observerte at de løste oppgavene effektivt og nøye, og at de så ut til å ha god kjennskap til fagstoffet. Dette kan tyde på at de er godt forberedt i forkant av den obligatoriske oppgaven, og har god oversikt over hva som skal til.

Spillet gir studentene nye måter å tilegne seg kunnskap på. Mens de i forelesninger tilegner seg kunnskap gjennom å lytte, og i bøker får informasjon ved å lese, gir spillifisering mulighet for praktisk anvendelse av kunnskapen gjennom oppgaveløsning, samarbeid og støtte. Denne tilnærmingen styrker studentenes forståelse av pensum samtidig som den utstyrrer dem med nødvendige ferdigheter og strategier for læring.

5.3 Kritisk bruk av KI

Under observasjonene så vi at studentene benyttet seg av ChatGPT som et verktøy både til å løse oppgaver og til å dobbeltsjekke svarene sine. Enkelte av studentene refererte til bruken av ChatGPT som «å jukse». Studentene blir ofte enige sammen om å bruke det:

«Skal jeg spørre ChatGPT?»

Studentene uttrykte en skepsis til informasjonen de får av ChatGPT. I en av gruppene opplevde studentene at ChatGPT svarte ulikt for dem, og en sa:

«Kan ikke stole på den.»

Gjennom denne erfaringen opparbeider studentene en digital kompetanse som innebærer kritisk vurdering av informasjon fra KI-verktøy. Ved å løse mange oppgaver med hjelp av KI-verktøy, lærer de seg gradvis når og hvordan verktøyet kan brukes på best mulig måte. Denne prosessen hjelper dem med å utvikle en forståelse for strategisk bruk av KI i egen læringsprosess.

5.4 Samlæring

Samarbeid i grupper er en av spillets viktigste suksessfaktorer. Under intervjuet påpekte en stund at læringsutbyttet er større fra samarbeidet i gruppen enn fra selvet spillet:

«Både fra gruppe og spillet. Men mer gruppen enn spillet.»

Gjennom å jobbe tett sammen og dele kunnskap, skaper gruppen et miljø hvor læring blir en felles aktivitet.

«Min gruppe er flinke til å forklare når de har et svar. Hvis ikke alle vet hva svaret er, så forklarer de hvorfor.»

Studentene husker ulike konsepter fra pensum, og kan dele kunnskap mellom hverandre. Denne dynamikken skaper en kultur der studentene støtter og motiverer hverandre. De spiller hverandre gode:

«Du er god på det her er du ikke?»

Samarbeid i grupper skaper en trygg atmosfære der studentene føler seg komfortable med å uttrykke usikkerhet og stille hverandre spørsmål:

«Jeg vet ikke om dette er dumt spørsmål», «Jeg har ikke helt kontroll på det»

Dette understreker viktigheten av et støttende læringsmiljø. Gjennom samarbeid utvikler studentene både faglig og sosial kompetanse. Spillet tilrettelegger for et sosialt læringsmiljø der studentene kan dra nytte av hverandre.

5.5 Helhetlig oversikt og begrepsforståelse

Spillifisering av pensum gir studenter en stor oppgavebank der de kan tilegne seg kunnskap gjennom mengdetrening og repetisjon. Studentene synes særlig spillet er bra for å repetere fagstoffet:

«Bra for repetering.»

Begrepsforståelsen blir også styrket gjennom spillet, som en sa under intervju:

«Å lære begreper er lettere via spillet.»

Ved at spillet har ulike planeter med temaer gjør det lettere for studentene å forstå konteksten for begrepene:

«Hvor begrepene hører til, planetene.»

Ved å assosiere begreper med ulike planeter, kan spillet gjøre det enklere for studentene å organisere og huske informasjon, samtidig som det gir en visuell og interaktiv læringsopplevelse. Komplekse konsepter blir brutt ned til mindre, overkommelige oppgaver. Dette fører til en enklere tilførsel av kunnskap.

Under observasjon merker vi også at studentene ikke bare vil løse oppgaven, men også oppnå forståelse:

«Men kanskje vi skal vite hvorfor det er den?»

6 Konklusjon

Våre foreløpige kvalitative funn viser at spillifisering skaper engasjement, forbedrer begrepsforståelse, fremmer samlæring, og hjelper studentene med å utvikle nye strategier og metoder for å løse oppgaver. Disse funnene peker mot flere aspekter ved kompetanseutvikling. Kvantitative funn viser at studentene som deltok i spillet oppnådde en høyere gjennomsnittlig poengscore på eksamen, noe som kan indikere at spillet bidro til bedre resultater.

Spill tilrettelegger for et godt læringsmiljø der studentene kan bygge kompetanse og kunnskap. Spill skaper engasjement og motivasjon, og bidrar til å forsterke læringsmiljøet. Dette er essensielt for at studentene tilegner seg kunnskap. Gjennom samarbeid og nye læringsmetoder utvikler studentene sin sosiale, faglige og digitale kompetanse.

Referanser

Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco, CA: Pfeiffer.

NOU 2018: 2. (2018). *Fremtidige kompetansebehov I*. Kunnskapsdepartementet.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2018-2/id2588070/?ch=3>

Presentation

How to ensure swift and inclusive energy transitions with young people across Norway: Searching for a proper approach

Muhammad Shahzad Javed¹, Matylda N. Guzik¹, Karin Fossheim², Paola Velasco-Herrejón¹, Nikolai Elias Koop³, Charles Dana Samuelson², Beate Seibt² and Marianne Zeyringer¹

¹Department of Technology Systems, University of Oslo, Norway

²Department of Psychology, University of Oslo, Norway

³Department of Mathematics, University of Oslo, Norway

Abstract: Environmental movements and climate strikes have underscored the exclusion of young people from the ongoing energy transformation process and emphasized the need for their engagement to achieve a swift and socially accepted transition. To address this issue, we have developed, implemented and assessed a multidisciplinary intervention tool for youth aged 15 -18, in the form of a workshop focused on the energy transition. The tool aims to help us and energy system planners gather and better understand perspectives and socio-techno-economic preferences of youth in Norway towards a net-zero energy system. The designed workshop consists of three segments: dissemination of common knowledge about energy and climate, interactive activities to explore and develop a shared understanding of various aspects of energy transition, and three rounds of questionnaires administered at distinct time intervals to assess changes in attitudes and preferences of young people.

Keywords:

inclusive energy transition, sustainability, Norwegian youth participation, climate change, multidisciplinary

1 Introduction

Nearly three decades ago, Donella Meadows (1994) emphasized the importance of establishing clear, feasible, and socially shared goals for those advocating for a green transition. She posed critical questions: What do we desire? What is our vision for the world we aim to create for ourselves, our children, and our grandchildren? Meadows cautioned that without such a vision, environmental policies would struggle to gain traction. Although her discourse inspired futurizing activities and vision workshops in academic and business contexts, the impact of engaging the affected population in setting shared goals for the future energy system remains unexplored.

In the Fridays for Future movement, youth engage in strikes due to their sense of responsibility and perceived threat from the climate crisis (Haugestad et al., 2021). Pathways such as meaning-making, connection to nature, and empowerment are potential means to alleviate climate anxiety among youth (Clayton, 2020). Empowerment through activism and identification with movements can enhance positive emotions, such as feeling moved (Landmann & Rohmann, 2020; Seibt et al., 2019). While youth generally exhibit more favorable attitudes towards for example wind power compared to older individuals (Coleby et al., 2009; Whalen, 2017), their overall perspectives on energy transitions remain insufficiently understood.

Energy system models guide policymakers on decarbonization strategies. Future scenarios, based on technology and economic assumptions, shape energy system analysis and policy implications. However, such analysis often lacks stakeholder engagement, especially from vulnerable groups like young people. While participatory energy system modeling (ESM) appears as one of the methods that could change it, it faces challenges related with providing relevant information or selecting effective engagement methods. So far, only few studies have engaged marginalized groups, and the results obtained indicate discrepancies between the stakeholder perceptions and traditional modeling scenarios. Participatory modeling is gaining attention, but issues like knowledge gaps and the validity of survey data persist. At the same time, young people, highly concerned about climate change, are underrepresented in policymaking despite their active involvement in social movements.

In a quest for searching a proper approach to overview and better understand preferences/ attitudes of younger generations towards climate change, we designed and held series of workshops with Norwegian high-school students to enhance their environmental literacy and gather their thoughts on energy transition. Norway's electricity demand is projected to rise by 30% by 2050, and the country could play a key role in Europe's net-zero targets. Understanding young people's views is crucial as they will live in a decarbonized future.

This work documents the executed engagement process and explores how young people perceive the information provided. It addresses two main research questions:

- 1) how to effectively engage youth in climate discussions,
- and
- 2) what future energy scenarios they envision.

2 Methodology

Our aim was to engage Norwegian school youth (15 -16 years old), introduce them to a structured educational workshop about climate change, green transition, and renewable energy, and understand their perspectives on:

- the choice of renewable energy technologies (RETs)
- their spatial allocation
- landscape choices for the RET installations
- ESM techno-economic preferences for projecting net-zero energy goals

This work bridges the existing knowledge gap by enhancing understanding of students' views and may contribute to shaping Norway's future energy policies. Thus, designing workshop activities is a thoughtful and valuable method for eliciting participants' preferred pathways in the energy transition process. Recognizing the significance of the details (e.g., what activities to include, how they should be conducted, and scheduled, etc.) during the workshop design phase, we engaged in the discussions with our multidisciplinary team of project's collaborators, i.e., academics: psychologists, technologists, energy system modelers, representatives from various public and private organizations. Apart from that, we also sought feedback from social science experts, including those in educational sciences, as well as teachers, high school and bachelor students.

2.1 *Workshops*

The presented work is a part of the “Energy for Future” research project, assessing youth perspectives on Norway's net-zero energy systems. Upper secondary school students participated in workshops integrated into their social science and geography classes. These real-life settings enhanced data validity and impacted attitudes and knowledge. Workshops were held in spring and winter 2024 across five schools in Eastern and South-Eastern Norway, involving 286 students in total. Three interactive sessions, each 90 minutes long, were conducted, with questionnaires administered at well-defined time intervals to ensure informed responses. Pilot sessions executed in Oslo helped in refining materials and activities based on student engagement and learning outcomes.

Key considerations for the workshops included:

- providing relevant information on energy transition
- highlighting climate crisis goals and trade-offs
- encouraging student's engagement and discussion
- designing collective learning activities
- following best practices for the stakeholder engagement
- combining social science with energy system modeling, natural sciences and technology to understand young people attitudes

The final structure of the workshops consisted of the following components:

Part 1: Establish a common knowledge base on the green energy transition and climate change

Part 2: Explore land-use conflicts through role-playing activities, concluding with a modeling questionnaire

Part 3: Focus on climate justice and international negotiations, ending with a post-social science questionnaire

2.2 Questionnaires

Two questionnaires were developed for students: a modeling questionnaire to capture socio-techno-economic preferences for energy modeling, and a social science-focused questionnaire to measure knowledge, empowerment, and attitudes towards renewable energy, sustainable energy technologies and climate change.

The modeling questionnaire was designed to align with the high spatio-temporal resolution requirements of the highRES energy model, which is utilized to design a future net-zero electricity system. This approach allowed to address model limitations and necessary assumptions. The questionnaire focused on the 'what' and 'how' of renewable energy technology installations and their impacts on people, considering both physical and social aspects. The rationale for including socially constructed aspects has been supported by several studies demonstrating that public engagement should consider not just the physical or technical attributes of a given technology, but also the affective and symbolic social aspects, such as visual disruption as well as the feelings and values that people associate with a technology.

The survey started with an open-ended question about important factors for RET installation, followed by discrete choice questions on technology preferences, with various question types to minimized biases. Following technology choices, students rated landscape preferences for the wind turbine installations. They also chose preferred

Norwegian counties for solar and wind installations, and answered questions on strategies for RET variability, electricity trading and transmission types.

Questionnaire drafts were refined with input from social scientists, political scientists, sociologists, RET scientists, and energy modelers to ensure accessibility and relevance. Brief modeling knowledge was shared with students before distributing the questionnaire.

2.3 *Facilitation*

The workshops were facilitated by master students and researchers involved in the project, with backgrounds in social or natural sciences, who also helped to design the workshop materials. All instructors were trained before the workshops, and the authors of this work participated in moderating sessions. Facilitators discussed with students how energy system modeling outcomes might be visualized on a map of Norway and used for policy guidance. Concise teaching sessions ensured that students had the knowledge to provide informed and unbiased responses. Their observations helped build guiding principles for designing and modeling emerging scenarios for ESM. Students were also provided with an explanation on how questionnaire results could influence modeling outcomes, illustrating how they could directly contribute to envisioning a future zero-carbon energy system and encouraging thoughtful responses.

The workshop design followed a functional dynamic approach, allocating different levels of control to stakeholders based on objectives. Trutnevyte et al. (2020) identified three modes of information flow during stakeholder involvement: communicating, consulting, and collaborating. In the workshop designed by us, teaching sessions served as communication, while the questionnaire activity involved consultation and collaboration. During the collaboration phase, the aim was to share model outcomes derived from student feedback, fostering meaningful integration of stakeholder preferences into ESM.

3 Results

Norwegian youth are divided on which renewable energy technologies to adopt and on their optimal locations. Based on the obtained results, they showed a strong preference for offshore wind solutions (68%). This aligns with Norway's goal to install 30 GW of offshore wind capacity by 2040. The main reasons for preferring this technology include protecting natural landscapes, minimizing environmental impacts, and addressing visual concerns. Approximately 32% favored onshore wind solutions, but concerns about installations near residential areas, forests, and agricultural areas were noted. Misconceptions about RETs, such as the toxicity of wind blade coatings, influenced their preferences.

Students also expressed preferences for specific regions for RET installations. They were asked to choose preferred Norwegian counties for solar and wind energy installations, considering factors like landscape types and proximity to demand centers. This regional approach helped to identify areas where youth support renewable energy projects, potentially guiding future policy decisions.

Regarding power transmission lines, pupils were divided between overhead and underground options, with minimal opposition to new installations. Their preferences aligned with the open-ended question responses, emphasizing self-sufficiency, zero-carbon emissions, and environmental protection.

Despite efforts to engage pupils through interactive activities and discussions, a significant percentage of indecisive responses have been also provided, which may stem from varied interpretations of questions or a lack of relevant knowledge. However, those who expressed clear preferences aligned well with their landscape and technology choices.

Energy models typically aim to minimize costs, while considering constraints like emission reductions and trading. However, cost-minimization was the least important factor for young people in Norway. To ensure an inclusive energy transition, models should consider public preferences and implement constrained or multi-objective optimization.

Youth engagement in decision-making processes about new RET installations can clarify doubts and provide updated information, especially in areas, where locals oppose potential installations of wind farms. Their active use of social media can further raise awareness about the characteristics and impacts of different RET.

Ongoing tasks involve simulating and analyzing scenarios based on students' responses, with plans to gather their feedback on model results. We expect that this iterative process will help to develop a mutual understanding of challenges and fosters shared ownership of policy decisions, facilitating a more inclusive energy transition.

Youth engagement in policy-shaping is crucial, as their preferences can guide future renewable energy projects and promote acceptance within their communities.

4 Conclusions

Despite the active participation of youth in climate change issues, they are often overlooked in participatory processes. To address this gap, we engaged Norwegian high school students, revealing their interest and capability for meaningful engagement in energy-related and environmental topics. Youth prioritize energy independence and environmental preservation over energy system costs. Offshore wind emerged as the

preferred option for meeting Norway's electricity needs, with minimal opposition to new power lines.

To achieve an inclusive and equitable transition, modelers and decision-makers should incorporate scenarios based on socio-techno-economic preferences of young people. This study provides a framework for integrating youth perspectives into energy system debates and optimizing future energy systems. Engaging youth during school hours is expected to help: 1) policymakers understand of and reflect on their perspectives, 2) in addressing youth's growing distrust, and 3) in fostering shared ownership of policy decisions.

5 Discussion topics

- I. How can we effectively engage young people across Norway in constructive, science-based discussions on climate change to facilitate an inclusive and swift energy transition?
- II. Can the proposed educational workshop framework, conducted during school hours, help address young people's distrust in the ongoing energy transformation process?
- III. Should normative energy system scenarios that reflect young people's perspectives be used in energy system planning?
- IV. How can we improve collective learning workshop activities to help project stakeholders and energy system planners make informed decisions?

Acknowledgement

Funding source: UiO: Energy & Environment

References

- Meadows, D. (1994). Envisioning a Sustainable World. In *Creating a Sustainable and Desirable Future* (pp. 9–14). WORLD SCIENTIFIC. https://doi.org/10.1142/9789814546898_000.
- Haugestad, C. A. P., Skauge, A. D., Kunst, J. R., & Power, S. A. (2021). Why do youth participate in climate activism? A mixed-methods investigation of the #FridaysForFuture climate protests. *Journal of Environmental Psychology*, 76, 101647. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101647>
- Clayton, S. (2020). Climate anxiety: Psychological responses to climate change. *Journal of Anxiety Disorders*, 74, 102263. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2020.102263>
- Landmann, H., & Rohmann, A. (2020). Being moved by protest: Collective efficacy beliefs and injustice appraisals enhance collective action intentions for forest protection via positive and negative emotions. *Journal of Environmental Psychology*, 71, 101491. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101491>
- Seibt, B., Schubert, T. W., Zickfeld, J. H., & Fiske, A. P. (2019). Touching the base: Heart-warming ads from the 2016 U.S. election moved viewers to partisan tears. *Cognition and Emotion*, 33(2), 197–212. <https://doi.org/10.1080/02699931.2018.1441128>
- Coleby, A., Miller, D., & Aspinall, P. (2009). Public attitudes and participation in wind turbine development. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management (JEAPM)*, 11, 69–95. <https://doi.org/10.1142/S1464333209003221>
- Whalen, C. (2017, November 8). *0.1% of 16-44 year olds “strongly oppose” onshore wind*. Carbon Commentary. <https://www.carboncommentary.com/blog/2017/11/8/01-of-16-44-year-olds-strongly-oppose-onshore-wind>
- Elsawah S, Hamilton SH, Jakeman AJ, Rothman D, Schweizer V, Trutnevyte E, et al. Scenario processes for socio-environmental systems analysis of futures: A review of recent efforts and a salient research agenda for supporting decision making. *Sci Total Environ* 2020;729:138393. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138393>.

Presentasjon

Eksamen som læringsarena

Astrid Johansen¹, Magnus Kahrs¹ og Guri Sivertsen Korpås¹

¹Institutt for fysikk, NTNU, Norge

Sammendrag:

Hvilken funksjon har avsluttende eksamen i høyere utdanning? Kritikken mot tradisjonell skriftlig, avsluttende eksamen under overvåkning med begrensede hjelpemidler dreier seg om validitet, relevans og studenters motivasjon, bare for å nevne noe. Hjemmeeksamen imøtekommer noe av denne kritikken ved å åpne for eksamensarbeid som demonstrerer større bredde og dybde i kompetanser. KIs inntog utfordrer imidlertid hjemmeeksamen med tanke på fusk.

I denne studien presenterer vi et aksjonsforskningsprosjekt hvor studenter som deltok på et samlingsbasert videreutdanningstilbud innen fysikk for lærere i videregående skole gjennomførte avsluttende eksamener i form av fordypningsprosjekter. Studentene fikk medbestemmelse både i utforming av oppgaven og vurderingskriterier, samt i fastsettelse av rammer for besvarelsen (produktet) som skulle vurderes. Målet var å gi studentene anledning til å gå i dybden ut ifra sitt eget faglige nivå og til å dokumentere ulike typer kompetanser og ferdigheter. Dette medfører at eksamen endrer rolle fra å være en kontrollinstans til å bli en læringsarena.

Basert på gruppeintervjuer som ble gjennomført med studentene, gir denne eksamensformen større læringseffekt enn tradisjonell eksamen. Årsakene til dette er knyttet til relevans, autonomi og tid til læring. Resultatene gir perspektiver på hvilken funksjon avsluttende eksamen *kan* ha i høyere utdanning.

Nøkkelord:

Vurdering som læring, Eksamen, Autonomi, Medbestemmelse, Vurderingsformer

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Eksamen markerer vanligvis avslutningen av et emne og skal fungere som dokumentasjon av oppnådd kompetanse. Tradisjonelt har dette skjedd gjennom skriftlig skoleeksamen under oppsyn, med tidsramme 4-6 timer. Siden det er begrenset hvilke kompetanser det er mulig å dokumentere ved en slik eksamensform, har en del emner andre typer eksamen som f.eks. hjemmeeksamen, gjerne med en videre tidsramme. Dette har vært tilfelle for videreutdanningsemner der studentene bor spredt rundt i landet, og det er uhensiktsmessig å kreve oppmøte på campus for å avlegge eksamen. Etter introduksjonen av KI har det blitt nødvendig å revurdere hvordan hjemmeeksamen fortsatt kan være en relevant og nyttig eksamensform. Denne problemstillingen stod vi overfor i utformingen av eksamen for videreutdanningsemner i fysikk. Emnene var nylig reviderte med tanke på relevant innhold og undervisningsmetoder for studenter som skal oppnå fysikklærerkompetanse. For at eksamensordningen skulle være i tråd med dette, ønsket vi en eksamen med form som fordypningsprosjekt der studentene får anledning til å gå i dybden ut ifra egne forutsetninger og gi mulighet til å dokumentere ulike typer kompetanser og ferdigheter. Tanken var videre at når studentene arbeider på denne måten med et eksamensprosjekt, skifter eksamen rolle fra å være kontrollinstans til å bli en læringsarena. Dersom studentene kan arbeide med prosjekter som har direkte nytteverdi for yrkesutøvelsen etter studiet, øker relevansen til eksamensarbeidet og kan føre til økt motivasjon, engasjementet og læringsutbytte (Sokhanvar et al., 2021)

Smolansky et al. (2023) hevder at vurderingsoppgaver som krever design av et produkt, videopresentasjoner og muntlige presentasjoner gir rom for et bredere spekter av kompetanser og vil i tillegg påvirkes minst av generativ KI. I en tid der kunstig intelligens tvinger fram diskusjon både om eksamens formål (hvorfor vurdere?), form (hvordan vurdere?) og innhold (hva skal vurderes?), kan denne studien bidra med perspektiver om hva eksamen kan være. Denne studiens forskningsspørsmål er:

Hvilke fordeler og utfordringer gir en prosjekteksamen med selvvalgt problemstilling i videreutdanningskurs i fysikk for lærere?

2 Teori

Det teoretiske grunnlaget for dette prosjektet er samstemt undervisning (eks. Biggs, 1996), som innebærer at målsetninger, læringsaktiviteter og vurdering i et emne er gjensidig avstemte. Eksamensprosjektet som er beskrevet her er formelt summativ vurdering (vurdering av læring). Vår ambisjon er at eksamen også skal kunne utgjøre en arena for læring. Her har vi latt oss inspirere av prinsipper knyttet til eksamen og læring (Gibbs & Simpson, 2005), autentisk vurdering (Villarroel et al., 2018), samt mer empirisk funderte anbefalinger knyttet til motivasjon og læring i en vurderingskontekst (French et al., 2023).

3 Metode

3.1 Om kurset og studentene

Videreutdanningstilbudet i fysikk ved NTNU er rettet mot lærere og går over to studieår. Tilbudet består av to studieprogram, Fysikk 1 og Fysikk 2, hvor hvert studieprogram har et omfang på 30 stp. Undervisningen er nett- og samlingsbasert, hvor samlingene brukes til oppgaveløsning, samarbeid, diskusjoner og eksperimentelt arbeid. Til sammen tilsvarer videreutdanningen et årsstudium i fysikk på universitetsnivå, og gir formell undervisningskompetanse i fysikk i videregående skole. Denne studien rapporterer fra vurderingspraksisen i Fysikk 1, som besto av emnene *Mekanikk*, *Lys og bølger*, *Elektromagnetisme* og *Varmelære og klimafysikk*. 15 studenter deltok i studien.

3.2 Om studien

Studien er gjennomført som aksjonsforskning (McNiff, 1995) på eksamensvurdering i videreutdanningstilbudet Fysikk 1. Forfatterne var alle emneansvarlige for emnene som inngår. Målsetningen til prosjektet var å utvikle en eksamensform som kan vurdere et bredt spekter av kompetanser og der alle studenter får mulighet til å gå i dybden og lære ut fra egne forutsetninger. I prosjektet ble det gjennomført to intervensjoner: Den første besto av å endre eksamen i emnene i 1.semester til eksamensprosjekter der studentene arbeidet over tid (ca. 2 uker) med stor grad av autonomi. I *Mekanikk* var oppgaven å lage undervisningsopplegg i mekanikk for elever i videregående skole. I *Lys og bølger* var eksperimentell kompetanse sentralt. Studentene arbeidet med eksperimentelle forberedelsesoppgaver på siste campussamling, og behandling av resultatene fra disse inngikk i selve eksamensbesvarelsen. I begge emnene var vurderingskriteriene vektlagt for å gi informasjon om hva som var viktig å prioritere i eksamensarbeidet. I *Mekanikk* ble utformingen av kriteriene og rammene for besvarelsen gjort i fellesskap med studentene. I *Lys og bølger* ble de presentert som del av forberedelsesoppgavene.

På bakgrunn av inntrykk fra intervju med studentene og undervisernes erfaringer, ble det gjort justeringer for eksamensgjennomføringen i 2.semester. Disse bestod i å involvere studentene i utforming av rammer og vurderingskriterier for begge emnene og å legge inn tilbakemeldingspunkter der studentene presenterte arbeidet sitt underveis og diskuterte muligheter framover med faglærer. Etter innspill fra studentene, fikk oppgaven i *Elektromagnetisme* tre valgfrie alternativer der alle inkluderte praktisk arbeid og programmering. I det andre emnet, *Varmelære og klimafysikk*, ble eksamen delt i en case fra en klasseromssituasjon som omhandlet klimafysikk og et undervisningsopplegg der varmelære var tema. Etter ønske fra studentene ble eksamensoppgavene offentliggjort tidligere enn i høstsemesteret.

3.2.1 Datainnhenting og koding

Både etter første og andre eksamensgjennomføring deltok samtlige studenter i semistrukturerte gruppeintervjuer. Intervjuene etter første eksamensgjennomføring ble kodet uavhengig og induktivt. Deretter ble kodene sammenliknet og kategorisert i

temaer. Disse var naturlige å følge opp i kodingen av intervjuene etter 2.semester, men også med åpning for at nye koder og tema kunne oppstå.

Tabell 1: Eksempler på konstruerte tema (kolonne 1) basert på konstruerte koder (kolonne 2) basert på intervjudata (kolonne 3).

Kategoriserte temaer	Opprinnelige koder	Eksempel på utsagn
Relevans	Relevans for undervisning	<i>jeg likte veldig godt det med å lage eksamen ... nei det å lage undervisningsopplegg, fordi det er så innmari relevant for ... det er jo grunnen til at vi tar utdannelsen, det er jo å bli fysikklærer.</i>
	Lage et produkt	<i>... så blir også produktet ikke bare noe dere NTNU får, men det blir et produkt som jeg kan bruke videre, og da virker det jo mye mer meningsfullt</i>
Læring	Anledning til å lære	<i>jeg gjorde meg jo masse erfaringer underveis. Både det å tenke seg et forsøk og å gjøre det, det er to forskjellige ting. Samtidig som at en del sammenhenger i Lys og bølger var veldig abstrakte. Så jeg ble tvunget til å forstå noen sammenhenger litt bedre.</i>

4 Resultater

Analysen fra de to rundene med intervjuer ga lignende, men ikke helt overlappende tema. Et tydelig tema fra intervjurunde 1 var *trygghet*. Dette temaet identifiserte vi ikke i runde 2. Ut over dette resulterte analysen i tre tema både i runde 1 og runde 2: *tid*, *læring* og *relevans*.

4.1 Trygghet

Studentene i intervjurunde 1 var opptatt av trygghet. De uttrykte tydelig behov for å vite hva de gikk til, hva som var forventet av dem og ville gjerne ha tydelige rammer for omfang og krav til innhold i besvarelsen. De responderte tydelig positivt på å bli involvert i utformingen av vurderingskriterier og rammer for besvarelsen. Dette ble spesielt tydelig da emnet, *Mekanikk*, involverte studentene i utforming av rammer for besvarelsen og vurderingskriterier, mens emnet, *Lys og bølger* ikke hadde tilsvarende. Mange av uttalelsene fra studentene handlet om at usikkerheten rundt hva som ble forventet av dem ble redusert ved involvering og medbestemmelse.

4.2 Tid

Å ha mer tid til eksamensarbeidet ble positivt mottatt av studentene. Det ga dem mulighet til å reflektere rundt oppgaven, gjøre valg, prøve og feile og gå i dybden. I *Lys og bølger* handlet mye av oppgaven om eksperimentelt arbeid, og mange brukte mye tid på praktiske utfordringer. Studentene er lærere med jobb og andre forpliktelser ved siden av studiene, derfor var en raus tidsramme gunstig for å håndtere dette.

4.3 Læring

Temaet læring knyttet studentene i stor grad sammen med temaet tid. De hadde tid til å teste ut, å gjøre egne erfaringer og reflektere rundt dem, tid til å fordype seg i ting de ikke forsto og tid til å bearbeide fagstoff for å formidle det videre til elever. Alt dette bidro ifølge studentene til at de lærte mer fra denne eksamensformen enn fra en tradisjonell skoleeksamen. Dette uttrykker en student:

Jeg har aldri lært noe av å sitte på de fem timers eksamenene vi hadde i Trondheim. Da har det vært å svare på det du kan, men det jeg har gjort nå i denne eksamensperioden er å lære og reflektere og gå igjennom. Og la det synke på en helt annen måte. Så det er ingen tvil om at jeg sitter igjen med mye mer nå enn det jeg gjorde etter skoleeksamenene.

En endring i studentenes synspunkter om egen læring er at de i intervjurunde 1 er preget av usikkerheten ved en ukjent eksamensform, mens de i intervjurunde 2 er langt tydeligere og mer entydig positive om læringseffekten.

4.4 Relevans

Studentene ga i begge intervjurunder klart uttrykk for viktigheten av relevans, både når det gjaldt innholdet i emnene, men også for utformingen av eksamensprosjektene. Relevans ble knyttet til om temaet i eksamensprosjektet gjenspeilte kompetansemål i læreplanen i fysikk i videregående skole, og den yrkesmessige nytteverdien av produktet fra eksamensprosjektet, spesielt i form av undervisningsopplegg eller undervisningsressurser som f.eks. undervisningsvideoer (se midterste sitat i tabell 1).

5 Diskusjon

Etter å ha gjennomført fire ulike varianter av prosjekteksamen, ser vi at denne eksamensformen gjør det mulig å vise et bredt spekter av kompetanser, f.eks. praktisk, muntlig og digital. Når studentene får mulighet til å gjøre valg, kan de arbeide med problemstillinger som er relevante for dem og på passende faglig nivå. Dette skaper en god arena for læring. Samtidig medfører muligheten for valg at kompetanse som er lite relevant for framtidig yrke blir mindre vektlagt. Dette gir et dilemma mellom forventning til faglig innhold i emnet og tilrettelegging for studentenes læring, og illustrerer endringen i eksamens rolle fra kontrollinstans til læringsarena. Studentene er mest opptatt av nytteverdien for egen undervisning og ga uttrykk for at den ga motivasjon til ekstra innsats og understreket læringseffekten av dette.

En prosjekteksamen der studenten arbeider over tid med stor grad av autonomi, gir behov for tydelighet i rammer og vurderingskriterier. At dette ble tatt høyde for gjennom

involvering og medbestemmelse ga tydelig utslag. Utsagn i intervjuene av typen som ble kategorisert under temaet *trygghet* etter første semester var nærmest fraværende i intervjuene etter andre semester. Å inkludere studentene i bestemmelse av rammer og vurderingskriterier ser ut til å ha stor virkning på studentenes opplevde trygghet og innsikt i hva eksamensprosjektet forventer.

Intervensjonene vi gjennomførte for å gi tilbakemelding og få innsyn i prosessen underveis i andre semester fikk ikke den effekten vi hadde håpet på. Det som skulle være en arena for å presentere arbeidet så langt og diskusjon av mulige veier videre, ble i større grad et oppstartsmøte. Vi mener likevel at dette er et viktig element å inkludere i eksamensarbeidet, både for studentenes læring og for innsyn i prosessen.

En annen diskusjon er om besvarelsene skal vurderes bestått/ikke-bestått eller med bokstavkarakter. Studentene uttrykte ikke sterke meninger om dette, men erfaringene vi undervisere gjorde, var at bokstavkarakter virket å være til hinder for at studenter utfordret seg selv. Ved å velge noe kjent, er man tryggere på å oppnå et godt resultat og man utnytter dermed ikke muligheten til å styrke kompetansen på områder der behovet er større.

Når eksamen har format som beskrevet her, er det åpent for å benytte KI i arbeidet. Dette kan være en god og naturlig del av læringsarbeidet, men forutsetter bevisste holdninger i bruken og ærlighet i eksamenspresentasjonen. Denne problemstillingen ønsker vi å arbeide videre med. En mulig vei å gå, er å legge inn muntlig gruppevis digital presentasjon som et element i eksamensavviklingen. Da tvinges studenten til å vise egen kompetanse. I tillegg vil formidlingskompetanse inngå i vurderingen og gode ideer og løsninger kan deles mellom studentene.

Selv om konteksten rundt undervisning i videreutdanningsemner er annerledes enn for ordinære emner, er det faglige innholdet overlappende med emner i grunnutdanningen i fysikk ved NTNU. Idéene og resultatene i denne studien bør derfor kunne gi perspektiver på muligheter og hvilken funksjon avsluttende eksamen *kan* ha i høyere utdanning.

Takk til

alle studentene som bidro med engasjerte og verdifulle synspunkter i denne studien.

Referanser

- Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher education*, 32(3), 347-364.
- French, S., Dickerson, A., & Mulder, R. A. (2023). A review of the benefits and drawbacks of high-stakes final examinations in higher education. *Higher education*, 1-26.
- Gibbs, G., & Simpson, C. (2005). Conditions under which assessment supports students' learning. *Learning and teaching in higher education*(1), 3-31.
- McNiff, J. (1995). *Action research for professional development*. Hyde Bournemouth, UK.
- Smolansky, A., Cram, A., Radulescu, C., Zeivots, S., Huber, E., & Kizilcec, R. F. (2023). Educator and student perspectives on the impact of generative AI on assessments in higher education. Proceedings of the tenth ACM conference on Learning@ Scale,
- Sokhanvar, Z., Salehi, K., & Sokhanvar, F. (2021). Advantages of authentic assessment for improving the learning experience and employability skills of higher education students: A systematic literature review. *Studies in Educational Evaluation*, 70, 101030.
- Villarroel, V., Bloxham, S., Bruna, D., Bruna, C., & Herrera-Seda, C. (2018). Authentic assessment: creating a blueprint for course design. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 43(5), 840-854.

Presentasjon

Erfaringer med programmering i fysikk etter LK20

Johnsen, R. H.

¹ Institutt for fysikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Norge

Sammendrag: LK20, nye læreplanen innført i skolen i 2020, introduserte programmering inn i realfagene i norsk skole. Den teorien som finnes på temaet beskriver den analytiske tenkningen som hører til programmering som svært gunstig for elever, både for å kunne ha tilgang til kraftige nye verktøy, men også for å kunne bedre forstå sammenhengen mellom modell og virkelighet.

Hvordan har studentene opplevd dette? Hvilke holdninger har de til programmering, og er dette noe de føler de har mestret?

Studentene sier de er motiverte for programmering, og rapporterer at det er noe de tror er nyttig for faget, men både lærere og elever svarer og at det ikke er tid i fysikkfaget til å gi programmeringen det fokuset den trenger for å faktisk få faktisk utbytte.

For enkelte studenter er programmering lett og intuitivt, men andre sliter med å henge med og føler ikke at programmeringsundervisningen gir dem de verktøyene de trenger for å forstå sammenhengene i fysikken. Lærere på sin side forteller at også de synes kursingen deres har vært for generell, og vet ikke hvordan de skal tilpasse det til fysikk.

Hva kan gjøres for å gi studentene det fagutbytte de har krav på?

Nøkkelord:

Didaktikk, digital kompetanse, fysikk, LK20, programmering

Introduksjon

LK20, den nye læreplanen innført etter sommeren 2020, brakte inn et langt større fokus på programmering enn tidligere. Matematikk, fysikk, kjemi, og biologi har alle fått digitale ferdigheter inn som en del av grunnleggende ferdigheter (Udir, 2019). Dette betyr at alle som tar realfag i videregående skole (vgs.) skal i prinsippet lære seg å bruke Python. I min egen praksis som lektorstudent, der jeg var ute i forskjellige skoler i Trondheimsområde for å prøve meg som lærer, ble ikke dette fulgt opp i den grad Udir virket til å ha planlagt. I min egen praksis som lektorstudent opplevde jeg det som at programmering ofte ble nedprioritert av lærerne, og på universitetet opplevde jeg ofte at jeg måtte selv oppbygge meg de ferdighetene som var nødvendig for å jobbe med programmering innen fysikk. Dette gjorde at jeg var interessert i å undersøke hvordan innføringen av programmering så ut ute i skolene, og hvilket nivå elevene hadde nådd innen de begynte på høyere utdanning.

Faglig bakgrunn og relevanse

Gitt at programmering var helt nytt for de fleste fagene i vgs. var det også lite forskning å finne på spesifikt programmering på dette nivået i Norge. Blant den forskningen som var blitt gjort var masteroppgaven «Beregningsorientering i fysikkutdanning» av Storesund (2022). Denne gjør en kvantitativ undersøkelse for å få en dypere forståelse av fysikkstudenters motivasjon og opplevelse av beregningsorientert fysikk, og kommer til konklusjonen at studenter ofte forventes å lære seg programmering, men blir sjeldent gitt verktøyene nødvendig utenom en generell innføring. Derfor må de lære seg mye av det som trengs for fysikk spesifikt på egenhånd. En annen masteroppgave som undersøkte programmering i undervisningssammenheng er «Programmering og algoritmisk tekning i fysikkundervisning» (Nordby, 2019). Denne er skrevet før LK20 ble implementert, men etter det ble bestemt at programmering skulle inn i skolen, og gjør en vurdering av denne strategien. Konklusjonen er at «programmering og algoritmisk tekning har en naturlig plass i det tjueførste århundrets fysikkundervisning.» (Nordby, 2019).

Algoritmisk tekning

Med algoritmisk tekning siktes det til en oversettelse av termen «computational thinking». Udir beskriver dette som en problemløsningsmetode som baserer seg på «å bryte ned et komplekse problem til mindre, mer håndterlige delproblemer som lar seg løse.», og fremstiller dette som en stegvis prosess (se figur 1) (Udir, 2019b). Angell et al., 2019 går mer i dybden, og beskriver hvordan algoritmisk tenkning bidrar til å reflektere rundt gode instruksjoner til datamaskinen, som samtidig hjelper med å bli mer bevisst på uttrykk og sammenheng innenfor faget. Altså vil mestring av programmering ha utbytte både i form av nye verktøy og nye måter å tenke om fagstoffet. Samtidig må man være bevisst på at programmering er krevende for mange, og det kan ta mye tid før de digitale ferdighetene er på et slik nivå at de gir faktisk nytteverdi (Angell et al., 2019).



Figur 1: Utdanningsdirektoratets 'Den algoritmiske tenkeren' (Udir, 2019c)

Forskningsspørsmål og metode

Nordby (2019), Angell et al. (2019), og flere andre (f.eks. diSessa, 2000, 2018, Odden et al. 2019) er tydelige på den potensielle gevinsten digital kompetanse og algoritmisk tenkning kan ha for realfagsstudenter. For å undersøke om den nye læreplanen hadde lyktes med å oppnå denne gevinsten gjennomførte jeg en spørreundersøkelse på førsteårsstudenter i fysikk på NTNU og intervjuet lærere. For dette er det valgt ut følgende problemstilling:

Hvordan vurderer førsteårsstudenter i fysikk sine erfaringer med algoritmisk tenkning og programmering i fysikkfaget?

Til dette er det valgt ut to forskningsspørsmål som undersøker henholdsvis holdning og mestring hos studentene;

Hvordan har innføringen av LK20 påvirket studenter holdninger til programmering innen fysikk?

I hvilken grad har undervisning i programmering i videregående skole blitt opplevd som tilstrekkelig for at studentene skal kunne bruke programmering som et verktøy i fysikk?

Datainnsamling og analyse

Det ble laget en spørreundersøkelse med både lukkede spørsmål, der jeg brukte EV-metoden (Eccles & Wigfield, 2002) tilpasset fra spørsmål brukt av Storesund (2022) og åpne spørsmål, tilpasset fra spørsmål brukt i en annen undersøkelse om holdninger til programmering (Bott et al., 2019). Spørreundersøkelsen ble gitt i pausen i en forelesning i mekanisk fysikk, tidlig i 1. semester. Spørreundersøkelsen fikk 135 respondenter, de fleste fra bachelor i fysikk (BFY), master i fysikk og matematikk (MTFYMA), eller lektor i realfag (MLREAL). Like over en tredjedel av respondentene (37%) hadde fullført vgs. forrige skoleår, og dermed ville ha fulgt ny læreplan. De lukkede spørsmålene brukte en 5-stegs Likertskala, fra «svært uenig» til «svært enig», med og mulighet for å svare «ikke relevant». På de åpne spørsmålene ble respondentene bedt om å svare utfyllende. De åpne spørsmålene ble kodet inn i forskjellige kategorier, slik at de kunne behandles kvantitativt (se figur 2 og 3). Enda hovedfokus på spørreundersøkelsen var kvantitativ analyse, ble svar på enkelte spørsmål analysert kvalitativt.



Figur 2: Fargekoder for åpne spørsmål

	25	26	27
1	Hva tenker du om at programmering er del av	Føler du at programmering er nyttig i fysikk	Basert på din erfaring, hvor lett/vans
2	Har ikke hatt programmering på vgs, så det er	Det er kanskje nyttig, men vanskelig å ta stilling	Kan ikke ta stilling til spørsmålet
3	Jeg tenker at det er veldig viktig. Programmeri	Ja. Jeg har forklart hvorfor i det forrige spør	Programmering i fysikk er vanskelig
4	Bra, arbeidsrelevant	Ja	Har ikke hatt det enda
5	Hele verden kjører på dataprogrammer så det	Hittil har det ikke vært så mye, men det er	Har ikke "lært noe programmering i f
6	Programmering er et nyttig verktøy for å løse	Absolutt	Har ikke lært programmering i fysikk
7	Jeg har ikke hatt programmering i det hele tatt	Jeg føler det er veldig nyttig fordi det er ma	Har ikke lært noe programmering i fy
8	Det er positivt.	Ja.	Vanskelighetsgrad 7/10
9	Jeg tenker det er nyttig for faget, så det er gan	Jeg tenker at det er veldig nyttig for å løse f	Det er har vært krevende å lære pro
10	Positivt, kan være en nyttig ressurs i fysikken.	Ja	Ingen erfaring
11	Det er bra fordi det er kanskje mange som har	Ja, til ein viss grad. Sånn eg opplevde det v	Eg synst det var vaskeleg, fordi det
12	Bra! I arbeidslivet virker det som programmer	Absolutt! Kanskje ikke så mye med tanke p	Har ikke lært programmering i fysikk
13	Jeg tror det er interessant for mange og nyttig	Ja jeg tror det kan være nyttig til å løse eks	Jeg har ingen tidligere erfaring med p
14	På videregående så tenker jeg det er viktigere	Ja, i form av at man kan lage programmer	Ikke hatt programmering i fysikk
15	Tror det er nødvendig, blir mer og mer releva	Det har jeg inntrykk av ja	Har aldri hatt det i sammenheng me

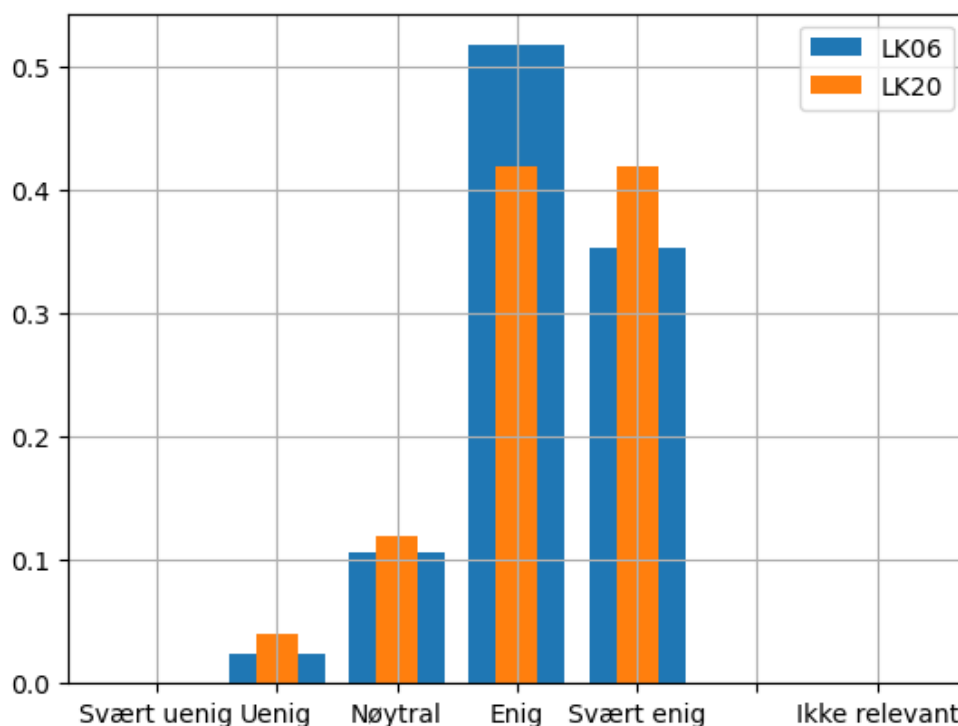
Figur 3: Eksempel på fargekoding for spørsmål om tanker om programmering i fysikk, nytteverdi for programmering i fysikk, og vanskelighetsgrad av programmering i fysikk.

I tillegg til spørreundersøkelsen ble det gjennomført intervjuer av lærere fra videregående skoler forskjellige steder i landet. Semi-strukturert intervju ble gjort av totalt 5 lærere med 2 til 34 års erfaring i realfag. Disse intervjuene ble analysert ved bruk av tematisk analyse.

Resultater

Førsteårsstudenter sine erfaringer

Fra responsene på spørreundersøkelsen kommer det frem at respondentene er positive til konseptet programmering i fysikk; en sterk majoritet svarer svært enig eller enig på spørsmålene «Programmering kan være nyttig for å løse problemer i fysikk» og «Jeg er motivert for å lære programmering fremover». På disse spørsmålene er også respondentene som har hatt ny læreplan på vgs. mer positive enn de som hadde gammel læreplan. 76% av de som gikk under ny læreplan, LK20, svarer svært enig på nyttig, versus 42% av de med gammel læreplan, LK06. 42% av LK20 svarer svært enig på motivert, versus 35% av LK06 (se figur 4). På spørsmål om egne erfaringer om programmering er det mer variert. Blant LK20 svarer 22% «svært uenig» eller «uenig» på spørsmålet om matematikkfaget har bidratt til deres samlede programmeringskunnskaper. Tilsvarende spørsmål for fysikk har 32% «svært uenig» eller «uenig». Spørsmålene om programmeringsoppgaver er mer krevende og om respondenten har foretrukket å jobbe med denne typen har god spredning, med flere som svarer svært uenig og uenig enn enig og svært enig. Overordnet svarer kullet med LK20 mer enig og svært enig (se tabell 1).



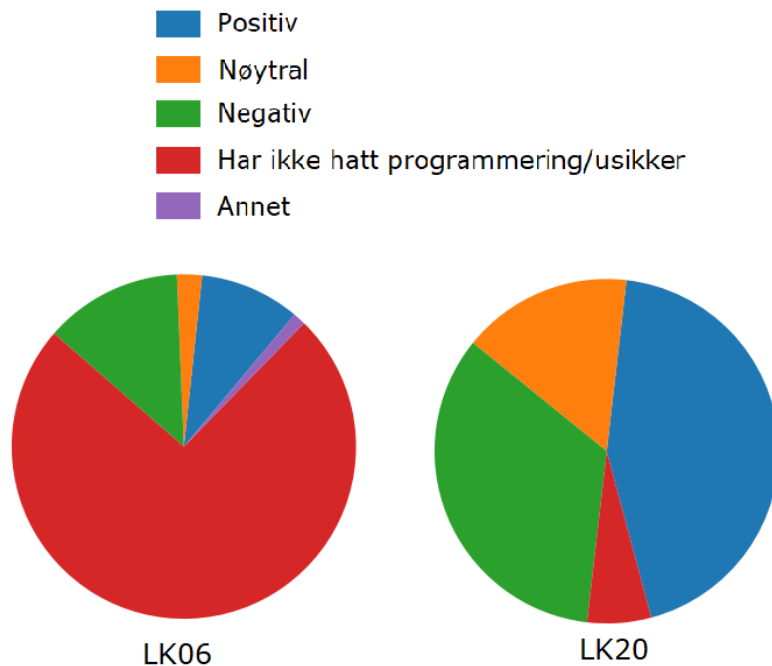
Figur 4: Responser i prosentandel på spørsmålet «Jeg er motivert for å lære programmering fremover».

Tabell 1: Responser på lukkede spørsmål, i prosent

Spørsmål	Kull	Svært uenig	Uenig	Nøytral	Enig	Svært enig	Ikke relevant
Programmeringsoppgaver har vært mer krevende enn andre typer oppgaver.	LK20	16	28	26	28	2	0
	LK06	9	27	29	18	1	15
Jeg har foretrukket å jobbe med programmeringsoppgaver i forhold til andre oppgaver.	LK20	18	24	38	14	6	0
	LK06	14	16	34	16	2	16
Programmeringen jeg har lært i fysikk har vært tilstrekkelig for å løse oppgaver i faget.	LK20	6	20	22	52	0	0
	LK06	17	6	16	0	0	60
Programmering kan være nyttig for å løse problemer i fysikk.	LK20	0	0	2	22	76	0
	LK06	2	1	9	41	42	4
Jeg er motivert for å lære programmering fremover.	LK20	0	4	12	42	42	0
	LK06	0	2	11	52	35	0
Fysikkfaget på videregående har bidratt til mine samlede programmeringskunnskaper.	LK20	16	16	8.0	42	16	2.0
	LK06	64	5	6	1	0	24
Matematikkfaget på videregående har bidratt til mine samlede programmeringskunnskaper.	LK20	12	10	12	39	23	4
	LK06	56	8	5	8	1	21
Programmeringen jeg har lært i matematikk kan være nyttig for å arbeide med fysikk.	LK20	2	6	8	48	28	8
	LK06	18	1	7	14	5	52

Fra de åpne spørsmålene kommer det videre frem at selv om holdningene er positive, er erfaringene delte blant respondenter. Majoriteten er positiv til programmering, men mange synes det har vært vanskelig, tidkrevende, eller at nivået i vgs. Ikke var høyt nok til å ha noen faktisk nytteverdi. En respondents svar på spørsmål om programmering har påvirket hennes fysikkforståelse lyder «Programmeringen jeg selv hadde i fysikk på videregående har ikke hjulpet meg noe spesielt, men jeg tror at den kunne ha gjort det, om den fikk litt mer fokus og tid.» En gjennomgående trend er at de ikke har hatt muligheten til å lære seg programmering skikkelig, enten fordi det ikke har blitt gitt nok

tid, eller fordi at det ble undervist i det tidlig på høsten og innen heldagsprøver på våren så er det glemt. 34% av LK20 svarer negativt, altså at det har vært vanskelig, på spørsmålet om hvor lett/vanskelig de har opplevd programmering i fysikk (se figur 5). Flere av respondentene mener og at det de har lært i matematikk ikke har vært tilstrekkelig for å kunne gjøre programmeringen som kreves i fysikkfaget. Dette speiler både egne erfaringer fra NTNU og funnene til Storesund (2022) om at innføringen i programmering gjerne er generell mens kunnskapen som behøves for fysikk ofte er mer spesifikk, og at denne delen må man lære på egenhånd.



Figur 5: Reponser i prosentandel til spørsmålet «Basert på din erfaring, hvor lett/vanskelig har det vært å lære programmering i fysikk?»

Fysikklæreres erfaringer

Kodingen av intervjuene får frem 5 hovedtemaer; fysikk i sentrum (altså at lærerne ønsker å bruke koding til å lære fysikk, ikke å lære koding for kodingens skyld), manglende grunnlag (altså at elevene de får inn fra ungdomsskolen ikke har de forkunnskapene de trenger for å bruke Python i fysikk), mangel på tid (altså at fysikk alt har så mye pensum som skal gjennomgås at de ikke har tid til å jobbe med programmering om ikke elevene alt mestrer det), elevenes nivå (det at elevene typisk er enten veldig flinke eller veldig svake i programmering, og at det er vanskelig å finne et passende faglig nivå å holde undervisningen på) og utvikling av undervisning (altså at lærerne snakker om at de selv har tilpasset oppleggene sine i forhold til hvordan de gjorde de da ny læreplan først kom ut, basert på erfaringer de har hatt i klasserommet).

Lærerne som ble intervjuet rapporterer også at kursing de fikk som forberedelse til å skulle undervise i programmering og var veldig generell, mens for å undervise i fysikk ønsket de mer kursing spesielt tilpasset dette. «Sånn at når kurset setter seg inn som en sånn, nærmest programmeringsdidaktisk innfallsvinkel så var det jo sykt fristenes, og også syyykt skuffenes å atter en gang skrive 'Hello World',» forklarer en av lærerne.

Diskusjon

Det er mye samsvar mellom studentenes svar på spørreundersøkelsen og lærernes svar under intervjuene. Temaer som går igjen er at det ikke er nok tid til å få brukt programmering godt i faget, at kursingen som blir gjort, både på lærernivå og elevnivå (og studentnivå) er for generell, og at programmering er noe som enten går veldig bra eller veldig dårlig. Både studenter og lærere mente at det ville fungert bedre om programmering var noe de kunne gjøre mer jevnlig, men var og bevisste på at det var ikke nødvendigvis plass til det i timeplanen i fysikk uten videre, i hvert fall ikke hvis ikke nivået økte til såpass at man kunne bruke programmeringsoppgaver uten at de ble et prosjekt i seg selv. Spørsmål til diskusjon:

1. Hvordan har utviklingen gått for kullene etter de som fullførte i 2023?
2. Hva kan vi gjøre for at programmeringen i realfag er på et slikt nivå at det føles nyttig og engasjerende for studenter?
3. Hvordan kan vi fremme algoritmisk tenkning i realfagsundervisningen?

Takk til

- Trine Højberg Andersen og Guri Sivertsen Korpås, som var mine veiledere gjennom masteroppgaven jeg skrev om dette temaet.
- Berit Bungum, som hjalp med å finne lærere fra hele Norge til intervju.
- Alle som var med og svarte på spørreundersøkelsen og intervjuene.

Referanser

- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2019). *Fysikdidaktikk (2. utgave)*. Cappelen Damm Akademisk.
- Bott, T. E., Weller, D. P., Caballero, M. D. & Irving, P. W. (2019). *Student-identified themes around computation in high school physics*. 2019 Physics Education Research Conference, s. 57-62. <https://doi.org/10.1119/perc.2019.pr.Bott>
- diSessa, A. A. (2000). *Changing minds: Computers, learning, and literacy*. Mit Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/1786.001.0001>
- diSessa, A. A. (2018). *Computational Literacy and «The Big Picture» Concerning Computers in Mathematics Education. Mathematical Thinking and Learning*. UC Berkely. <https://doi.org/10.1080/10986065.2018.1403544>
- Eccles, J. & Wigfield, A. (2002). *Motivational Beliefs, Values and Goals*. Annual Review of Psychology, s. 109-132.
- Nordby, S. T. (2019). *Programmering og algoritmisk tenkning i fysikkundervisning*. [Masteroppgave, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet]
- Odden, T. O. B., Lockwood, E. & Caballero, M. D. (2019). *Physics computational literacy: An exploratory case study using computational essays*. Physical Review Physics Education Research. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020152>
- Storesund, H. (2022). *Beregningsorientering i fysikkutdanning*. [Masteroppgave, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet]
- Udir (2019). *Grunnleggende ferdigheter*. Hentet 23.04.2024 fra <https://www.udir.no/lk20/fys01-02/om-faget/grunnleggende-ferdigheter>

Udir (2019b). *Algoritmisk tenkning*. Hentet 23.04.2024 fra <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/digitalisering/algoritmisk-tenkning/>

Udir (2019c). Hentet med åpen lisens (OGL) fra <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/digitalisering/algoritmisk-tenkning>

Presentation

Sustainability in Practice: Developing Engaging Teaching Cases

Anniken Karlsen¹, Kristina Nevstad²

¹Department of ICT and Natural Sciences, Norwegian University of Science and Technology, Norway

²Department of Ocean Operations and Civil Engineering, Norwegian University of Science and Technology, Norway

Summary: Sustainability is an interdisciplinary topic that engineering students and others are expected to become familiar with during their studies. This discussion contribution presents ongoing work on the development of teaching cases that can be integrated into various subjects to promote a practical understanding of sustainability. These teaching cases are being developed for use in both traditional classroom settings and online learning environments, aiming to engage students through realistic scenarios and problems. The goal of these cases is to give students the opportunity to explore sustainable solutions to complex challenges while developing critical thinking, interdisciplinary skills, and a holistic understanding of sustainability that they can carry into their future careers. The development and implementation of these cases are carried out in collaboration between teachers and industry partners to ensure relevance and timeliness. This contribution highlights the methods and processes behind the development of the teaching cases and presents some reflections and lessons learned from using concrete cases as teaching tools.

Keywords:

Teaching Cases, Sustainability, Industry-Relevant, Didactics, Engagement

1 Introduction

1.1. Sustainability as a topic in education

Sustainability is a multidisciplinary subject that students for example within a 3-year bachelor's degree in engineering in Norway are expected to become familiar with during their academic journey (Kunnskapsdepartementet, 2023). At the Norwegian University of Science and Technology (NTNU), active efforts are being made to integrate sustainability perspectives into education across various disciplines, including mathematics, science, and technology. Resource banks for sustainability in teaching have been developed to support this initiative. These resource banks are designed to inform, inspire, and assist educators in incorporating sustainability into their teaching practices. Much of this and other material addresses sustainability on a general level, focusing on combating environmental problems, poverty, and distress (Biermann et al., 2017). This approach is often inspired by the UN's Sustainable Development Goals, aligning well with the common discussions highlighted by Tjernshaugen (2025).

1.2. Our research question

In recent years, sustainability has emerged as a critical topic across various disciplines (Du Toit, 2024). As educators, we have been compelled to update our knowledge and develop appropriate teaching plans that incorporate sustainability (Fischer et al., 2022). This endeavor has proven challenging, as much of the available information on sustainability tends to be quite general and not well-aligned with the specific content and focus of the subjects we teach.

Drawing from our experiential insights into didactical principles such as motivation, engagement, concretization, variation, individualization, and fostering collaboration, we have chosen to address the challenging situation by getting developed new course material in the form of teaching cases that present real-life business transformations towards sustainable practices. The latter relates to our reflection that explaining sustainability in a simple and understandable way to engineering students can be challenging. However, as an educational sector, we have a great responsibility to provide them with academic and research-based knowledge on the topic. We also want students to have a conscious attitude towards their own role in this important work. By using real cases in teaching, students must reflect and discuss, which can enhance their ability to think critically and apply the knowledge in a way that helps them make good decisions when they start working (Bean & Melzer, 2021).

As part of our pedagogical reflections, for each case developed, we ask the following evaluation/research question:

Does the teaching case spark students' interest in sustainability, demonstrate the relevance of their learning, and provide opportunities to explore sustainable solutions to complex challenges while contributing to the development of critical thinking, interdisciplinary skills, and a holistic understanding of sustainability for their future careers?

As part of our pedagogical reflection process, we also ask:

What are potential benefits and challenges associated with developing the teaching cases?

In the following sections, we present findings from the process of developing and evaluating our first teaching case on sustainability aiming to spark student engagement and interest.

2 Development and Implementation of Engaging Teaching Cases

2.1. Development of cases

Within the constraints of our demanding teaching environment, we swiftly recognized the imperative of seeking external support to develop novel educational offerings, with a particular emphasis on integrating pertinent sustainability topics as core components of our courses. Consequently, we resolved to submit an application on funding to the Møre og Romsdal County Municipality, citing an ongoing collaboration between NTNU and various stakeholders concerning the courses BYGA2342 Sustainable Roads and BYGA2020 Collaboration and Project Management. In this collaboration, numerous participating educators have expressed a desire for concrete modules and offerings on sustainability. We were fortunate to secure funding from the county municipality to develop new instructional materials.

As an initial step of developing new course material on sustainability, we decided to document the transformation of a company from merely collecting and transporting sludge to a landfill, to evolving into a forward-thinking enterprise that actively explore and implement methods to recycle and repurpose the collected sludge for innovative applications.

Through our efforts to document this real-life transformation process, we gradually realized that it was exceedingly time-consuming and complex for us as educators at NTNU to comprehensively and pedagogically describe the transformation process. Despite multiple visits to the company, we found that critical details were absent from our descriptions. This realization prompted us to reconsider our approach to more effectively capture the sustainable transformation.

Following several discussions, we acknowledged that the most suitable individuals to describe the change were the same ones we had interviewed for the project. Fortunately, the interviewees also recognized the challenge for external parties to "capture" the process in detail through interviews. Consequently, they undertook the task of creating a process outline along with their descriptions of the steps involved. After a few days, we received a well-made PowerPoint video file in which the interviewee meticulously walked through the process step by step, using their own words and drawing on their extensive expertise in sludge management.

The effort we invested in understanding the process was certainly not in vain. Our comprehension proved invaluable when we were ready to integrate the case study into our teaching.

2.2 Experiences with Implementing Case Studies in Teaching

Armed with newfound insights and a freshly created video from an industry-relevant sustainability case, we were eager to integrate the material into our teaching to get some first impressions on the usefulness of the material in terms of sparking students' interest in sustainability, demonstrating the relevance of their learning, and providing opportunities to explore sustainable solutions to complex challenges whilst contributing to the development of critical thinking, interdisciplinary skills, and a holistic understanding of sustainability for their future careers.

The opportunity presented itself promptly, as process improvement was a topic in one of the BYGA courses. To lay the groundwork for the case study, we examined the principles of sustainable business operations and provided the students with an introductory lecture on processes and process management. At a strategically chosen point in the session, we introduced the newly developed case as both an illustrative example and a subject for discussion.

The student cohort responded positively, awarding high marks to the teaching approach. They noted that the case study "breathed life" into processes that are typically depicted as static diagrams in textbooks. The students reported that the case effectively illustrated abstract concepts, rendering them more comprehensible. Furthermore, motivating to active participation through discussions facilitated deeper engagement with the material. One of the students noted that the act of demonstrating a relevant, real-world, industry-related cases on sustainable development in teaching was particularly beneficial in terms of motivating and enhancing her understanding of how sustainable transformations are achieved and can be achieved in today's society and businesses.

3 Discussion

It is fair to conclude that our initial teaching case proved to be a valuable pedagogical tool by providing a bridge between theory and practice. This aligns with previous teaching experiences, which have demonstrated that students often struggle to perceive the practical relevance of theoretical concepts, leading to disengagement and a lack of interest. Based on our experiences, we recognize several benefits of implementing case studies in teaching. The case demonstration in class evidently sparked students' interest in the topic of sustainability and provided them with insights into a real-life sustainable business transformation. However, we also see that the long-term effects on critical thinking are more challenging to evaluate. While we endeavored to present a holistic picture of the process involved in transforming a company into a forward-thinking enterprise that actively explores and implements methods to recycle and repurpose collected sludge for innovative applications, we neither can conclude that this provided students with a comprehensive understanding of sustainability. Instead, it may have contributed a valuable component in their ongoing process of understanding. One of the key benefits of using real-world cases is potentially that they provide students with a concrete demonstration of abstract concepts. In this respect, students reported that the case study "breathed life" into processes typically depicted as static diagrams in textbooks. An outcome of this might be a deeper engagement with the material.

We also acknowledge that this form of instruction is not without its challenges, particularly in terms of resource demands associated with developing and integrating cases that relate to industry practices into the curriculum. Having done it once, we realize that developing teaching cases requires significant effort and collaboration with industry partners. Also, regarding the future we believe there will be a need for ongoing evaluation and refinement of existing case descriptions to ensure they remain effective and engaging for students. In light of this, we believe that although developing and implementing teaching cases on sustainability requires significant effort and collaboration, the benefits in terms of student engagement, motivation, and understanding of sustainable practices are substantial. Consequently, we consider these benefits to outweigh the efforts needed to maintain their effectiveness and relevance in teaching.

4 Conclusion

In conclusion, while the development and implementation of teaching cases on sustainability require significant effort and collaboration, the substantial benefits in terms of student engagement, motivation, and understanding of sustainable practices make these efforts worthwhile. We are eager to further investigate and debate this theme with the objective of developing our educational approaches to benefit our students, who will soon join the workforce as engineers and other professionals.

Acknowledgement

We thank both Møre og Romsdal County Municipality, our employer, the provider of the first sustainable business case, and our students for their inspiration and contributions to our pursuit of ever-improving teaching methods.

Author contribution

The authors are listed alphabetically. All authors have contributed equally, albeit on different parts, to this contribution.

References

- Bean, J. C., & Melzer, D. (2021). *Engaging ideas: The professor's guide to integrating writing, critical thinking, and active learning in the classroom*. John Wiley & Sons.
- Biermann, F., Kanie, N., & Kim, R. E. (2017). Global governance by goal-setting: the novel approach of the UN Sustainable Development Goals. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26, 26-31.
- Du Toit, E. (2024). Thirty Years of Sustainability Reporting: Insights, Gaps and an Agenda for Future Research Through a Systematic Literature Review. *Sustainability*, 16(23), 10750.

- Fischer, D., King, J., Rieckmann, M., Barth, M., Büssing, A., Hemmer, I., & Lindau-Bank, D. (2022). Teacher education for sustainable development: A review of an emerging research field. *Journal of Teacher Education*, 73(5), 509-524.
- Kunnskapsdepartementet. (2023). *Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning*. Online Retrieved from <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2018-05-18-870>
- Tjernshaugen, A. (2025). Bærekraft. In *Store norske leksikon*. Online.

Presentation

A Quantitative T-Shaping Method for Planning and Measuring Learning Outcomes in Interdisciplinary Engineering Courses

Haroon Khan ¹ and Ali Muhtaroglu ¹

¹ Department of Mechanical, Electronics and Chemical Engineering, OsloMet – Oslo Metropolitan University, Norway

Abstract: Interdisciplinary Engineering Education (IEE) empowers students to combine knowledge and skills from multiple disciplines within a cohesive, competence- and systems-oriented structure. The conceptual framework, grounded in modern industry requirements, emphasizes the importance of T-shaped engineers who possess both vertical and horizontal skills, forming the essential elements of the ‘T’ model. The vertical stroke in this blueprint represents the traditional technical disciplinary learning path that gets deeper with training, while the horizontal stroke represents interdisciplinary and multidisciplinary competencies that become broader with learning. Significant challenges exist in transforming traditionally mono-disciplinary learning environments in engineering courses to IEE. We develop a quantitative method based on experience to address the problem of maintaining a balanced, quality and benefit-oriented learning environment under the IEE precept without overtaxing the diverse student cohort. Graphical illustrations target synthesis of complex concepts into familiar representations for science and engineering audience. Bloom's taxonomy presents the foundation for evaluating the learning outcomes at each educational level through the categorization of cognitive skills, upon which the T-shaping concept is superimposed and elevated to a quantified form. The method is tagged iso-load and iso-cognition T-shaping (IIT) of learning outcomes. Sample case studies are utilized to reflect on the merits of the IIT approach.

Keywords:

Engineering Education, Learning Outcomes, Interdisciplinary, Bloom's Taxonomy, T-Shaping, Iso-load, Workload-neutral, Iso-cognition, Cognition levels, Study levels

1 Introduction

In 2006, the U.S. National Academy of Engineering identified fourteen grand challenges for the 21st century, emphasizing interdisciplinarity (upper Figure 1) [1]. Unlike the well-defined achievements of the 20th century (lower Figure 1) [2], modern challenges, such as making solar energy economical, require multidisciplinary contributions, reflecting the evolving nature of engineering education and research. Traditional engineering problems persist, but modern challenges require interdisciplinary expertise. Interdisciplinary Engineering Education (IEE) trains socially engaged engineers who work across disciplines, analyze, evaluate, and innovate [3, 4, 5]. Universities are incorporating interdisciplinary courses to prepare students for complex, collaborative projects [6], though challenges in delivering the associated competences remain.

Interdisciplinary learning integrates knowledge across fields, enhancing collaboration and critical thinking [7, 8]. It provides deeper understanding compared to multidisciplinary approaches, which combine fields without synthesis [9, 10]. Transdisciplinarity applies integrated knowledge to real-world problems, involving external stakeholders. IEE fosters innovation and solutions beyond single-discipline approaches [11, 12], despite resource constraints and unclear guidelines. The challenge of IEE is integrating expertise from multiple disciplines while emphasizing metacognitive skills like systems thinking and T-shaped competencies [3]. Systems thinking manages dynamic components, while T-shaped approach combines deep technical expertise with cross-disciplinary competences in critical thinking and communication [13, 14]. The authors have created interdisciplinary, project-based courses but faced challenges in balancing activities for meaningful learning. Planning IEE in terms of course outcomes remain underexplored and lacks optimization approaches in the literature.

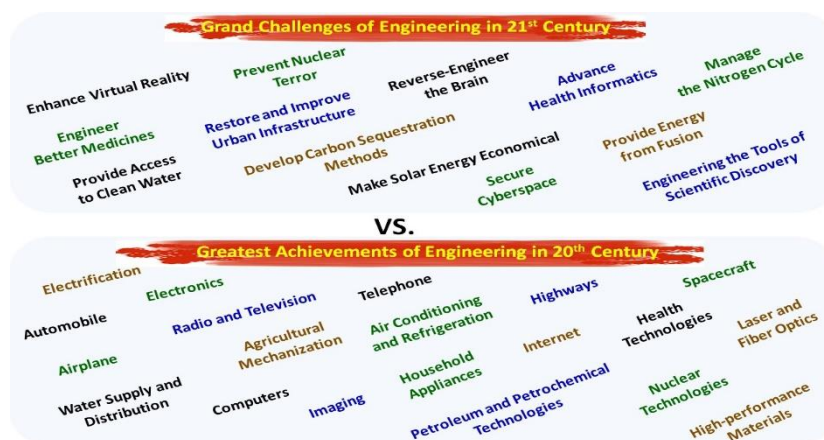


Figure 1 Grand challenges of engineering in the 21st century vs. greatest achievements of engineering in the 20th century – these are indicative of the higher-level drivers for engineering education.

This paper presents a quantitative approach to planning learning outcomes for interdisciplinary engineering courses, ensuring comparable workloads and cognition levels to traditional courses. Section 2 covers learning objectives, challenges, and Bloom's Taxonomy in IEE, including T-shaped competences. Section 3 introduces the Iso-load and Iso-cognition T-shaping (IIT) method with case examples. Section 4 summarizes the method, discusses outcome planning prerequisites, and offers recommendations for further development.

2 Background

2.1 Adaptation of Bloom's Taxonomy domains to engineering learning outcomes

Bloom's Taxonomy is a framework for developing learning outcomes with emphasis on subject expertise and cognitive depth [15]. It helps educators structure objectives and design assessments [16]. The taxonomy classifies learning into three domains — cognitive, affective, and psychomotor — each with increasing complexity, as shown in Figure 2. In engineering education, learning outcomes vary by course, often emphasizing higher cognitive skills. The taxonomy's levels are flexibly applied across educational stages (bachelor's, master's, PhD) based on discipline, with general trends shown in Table S1. Figure 2 illustrates these levels, highlighting shifts in emphasis at different stages.

Bloom's Taxonomy categorizes cognitive learning levels, but application varies across disciplines. Recognizing learning progression is essential in engineering education. As students advance, their cognitive, affective, and psychomotor abilities increase, promoting higher-order thinking. Historically, engineering education has emphasized 'hard' skills (Figure 2), with 'soft' skills integrated more recently to accreditation requirements [17]. However, affective and psychomotor outcomes receive less emphasis due to dense technical curricula, as represented by the illustrative distributions in Figure 3. Implementing complex cognitive skills in interdisciplinary courses is challenging due to diverse student backgrounds and learning styles.

2.2 Cases in point: challenges with diverse academic backgrounds in common interdisciplinary courses

This section explores challenges associated with the rise of interdisciplinary courses enrolled by students from diverse programmes, based on examples from our experience.

2.2.1 What happens when electronics, programming, and motors converge in a single course?

Embedded systems enhance everyday devices like cars, appliances, robots, and health devices. With IoT and smart technologies, expertise in embedded systems is crucial across engineering fields, including electrical, electronics, computer,

mechanical, biomedical, and robotics. These systems integrate hardware and software, typically around a microcontroller or microprocessor. As embedded systems courses, traditionally for electrical and electronics engineers, start including computer scientists and mechanical engineers, how should learning outcomes evolve?

2.2.2 What do engineers and health scientists have in common?

Modern rehabilitation and assistive technologies, like prosthetics and robotic exoskeletons, have revolutionized healthcare. Understanding their design, operation, and safety is essential. OsloMet's ACIT Master's programme now includes a course on these technologies, attracting students from engineering and health sciences. Given the diverse cohort, should learning outcomes focus solely on project-based teamwork, or are further adaptations needed?

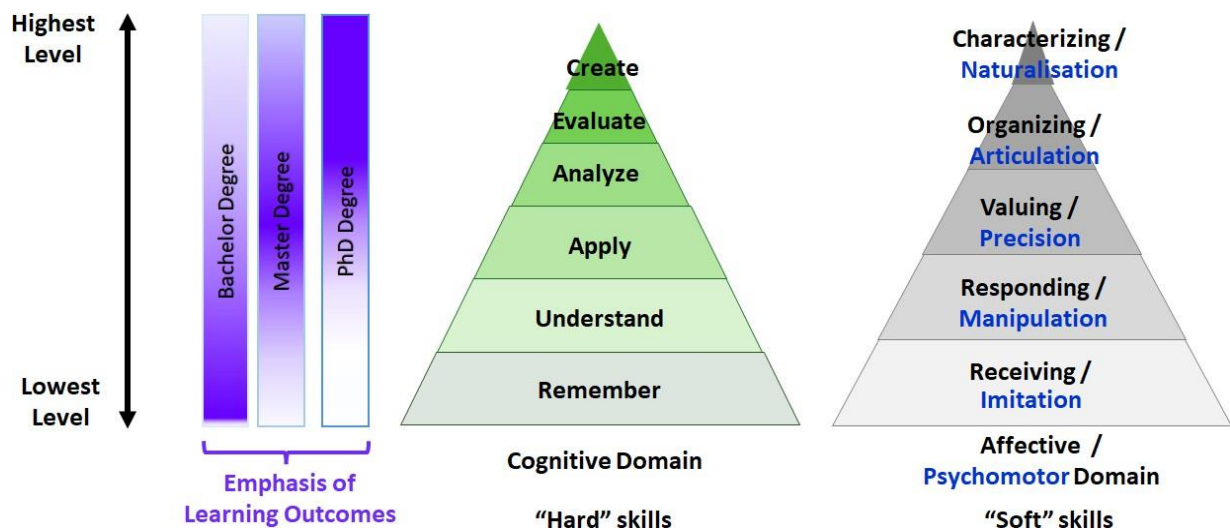


Figure 3 Bloom's Taxonomy domains and learning outcomes – the purple-shaded area in the vertical bar illustrates the expected levels of learning outcomes typically observed in an engineering course with a uniform academic background, as is common in conventional mono-disciplinary programmes. Darker shades represent areas of greater emphasis, while lighter shades denote areas of lesser focus.

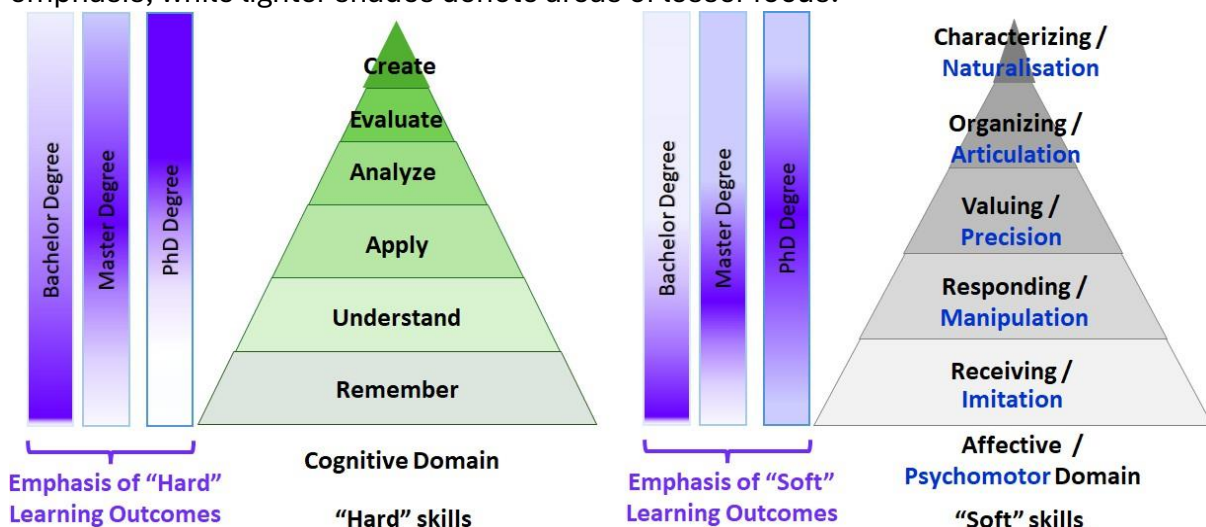


Figure 2 Differences in the emphasized levels of Bloom's Taxonomy domains in traditional mono-discipline engineering learning outcomes – the emphasis on "soft" skills is typically significantly lower compared to the emphasis on "hard" skills.

2.2.3 *How advanced can an “Advanced Topics in Biomedical Engineering” PhD course be with students from diverse backgrounds?*

Biomedical engineering covers medical electronics, imaging, biological modeling, and medical devices. OsloMet’s Advanced Topics in Biomedical Engineering PhD course offers insights into diagnostics, organ modeling, and advanced medical equipment. Students from diverse engineering backgrounds often lack formal biomedical training. How should learning outcomes be structured to ensure all students attain advanced competences?

2.3 Factors influencing achievement at different levels of Bloom’s Taxonomy

Common factors for achieving cognitive skill development at different academic levels are:

- Prior knowledge: Students with stronger backgrounds in a subject progress faster but may need support in interdisciplinary integration.
- Interdisciplinary exposure: Familiarity with multiple disciplines enhances students’ ability to synthesize and evaluate concepts at higher cognitive levels.
- Teaching strategies: Active learning and project-based approaches involving multidisciplinary facilitate progression through Bloom’s Taxonomy, fostering interdisciplinary problem-solving [9].
- Collaboration and peer learning: Diverse academic backgrounds enable students to bridge knowledge gaps through teamwork.
- Course complexity and scope: Higher study levels (PhD) demand greater interdisciplinary depth compared to Bachelor level, making it challenging to balance foundational knowledge with advanced innovation.

2.4 T-shaped competency model

The T-shaped competency model in IEE balances depth and breadth, equipping engineers to tackle multidisciplinary challenges. An AACU survey highlighted a gap in ‘soft’ skills on the horizontal bar of the ‘T’ (Figure 4) [18], since delivering comprehensive competences in IEE is challenging. Programs like Business Engineering Technology and Engineering Leadership have been reported to support T-shaped engineers [17]. Rogers and Freuler proposed a general professional model for T-shape (Figure 5(a)), while Delicado et al. created a T-shaped competency model for the Spanish aircraft sector (Figure 5(b)) [19].

2.5 Revising an interdisciplinary engineering course for a cohort with different academic backgrounds

Teaching an engineering course requires foundational knowledge, typically ensured through prerequisites. In an interdisciplinary course for Discipline A (Students AA), students from Discipline B (Students BB) may lack this background, requiring a redesign of learning outcomes. Applying Bloom’s Taxonomy and interdisciplinary strategies

(Section S1.1) can help. The T-shaped competency model (Section 2.4) offers guidance, but two major difficulties arise:

Problem 1 - Overtaxing students: Failing to balance workload within credit constraints can overwhelm students.

Problem 2 - Failing quality targets: Overemphasizing fundamentals may disengage experienced students, while a fast-paced approach may hinder comprehension for others.

To address these issues, the next section proposes a quantitative method for designing course learning outcomes based on the presented challenges and framework.

Employers give college graduates low scores for preparedness across learning outcomes; students think they are better prepared.

*Proportions saying they/recent college graduates are well prepared in each area**

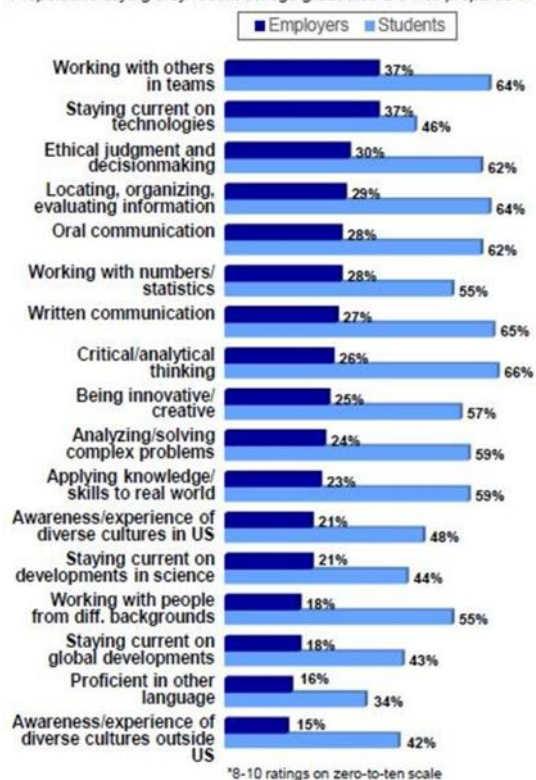


Figure 4 AACU survey of student career preparedness [18].

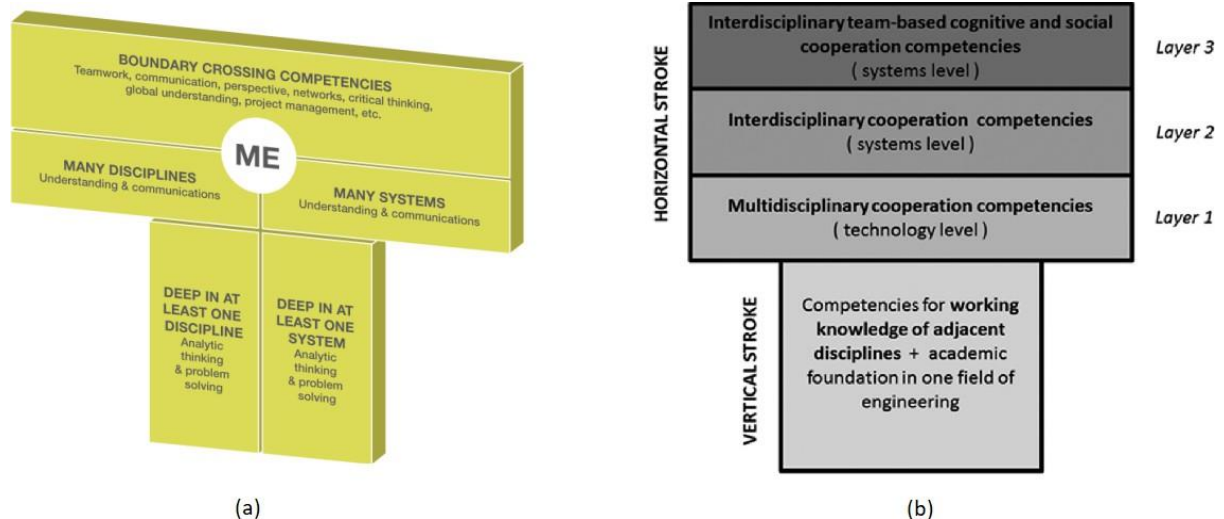


Figure 5 (a) A T-shaped professional model [17], (b) A T-shaped engineers competency model [19].

3 Iso-load and iso-cognition T-shaping (IIT) method

Key terms, “iso-load” and “iso-cognition”, are introduced to support a balanced method as part of a broader IEE strategy, using quantitative terminology and pictorial representations familiar to science and engineering community. The approach is then applied to different study levels, with challenging cases from Section 2.2 revisited to illustrate the concept through examples.

3.1 Inverted T-shape

The horizontal stroke of the T-shape represents introductory interdisciplinary knowledge and ‘soft’ skills with no prerequisites, while the vertical stroke involves deeper disciplinary expertise. Integrating Bloom’s taxonomy with T-shaped competencies, the ‘T’ aligns inversely with Bloom’s prism (Figure 6).

3.2 Iso-load optimization

Course workload is planned based on credits (ECTS in Europe or credit points in the USA), with each ECTS credit typically corresponding to 25-30 hours of work. For a 10 ECTS course, this results in about 13-16 hours of weekly workload, including lectures, reading, assignments, and assessments. When designing or redesigning interdisciplinary courses, maintaining a consistent workload is crucial. Increasing team project work or other skills should reduce individual assignments to avoid overtaxing students (Problem 1 in Section 2.5). The iso-load principle ensures a balanced workload, keeping the total hours constant as shown in Figure 7. The purple ‘T’ in the figure represents a fixed surface area based on the course’s credit assignment.

3.3 Iso-cognition optimization

The average cognition level in a course, based on Bloom's taxonomy, indicates learning quality and student satisfaction that aligns with educational objectives. Setting lower learning outcomes in interdisciplinary courses can reduce quality, as discussed in Section 2.5. While some concepts may not be covered deeply due to diverse backgrounds, other concepts without prerequisites can be targeted at higher Bloom's levels. Figure 8 illustrates iso-cognition optimization: maintaining average cognition (horizontal purple line) by adding a strong learning outcome (rightmost bar) while reducing depth in some topics. This keeps the center of mass (red dot) stable as the T-shape changes.

3.4 IIT concept applied across study levels

The method of T-shaping interdisciplinary course learning outcomes using iso-load and iso-cognition principles is shown in Figure 9. Unlike the I-shaped outcomes of mono-discipline courses, T-shaped outcomes reflect the cognitive, affective, and psychomotor domains. Darker purple shades in the figure indicate greater emphasis. The T-shape combines the cognitive and affective/psychomotor domains, balancing the total course load against I-shaped courses with the same credits. Any reduction in cognitive competency is compensated by higher expectations in the other two domains, maintaining overall learning quality.

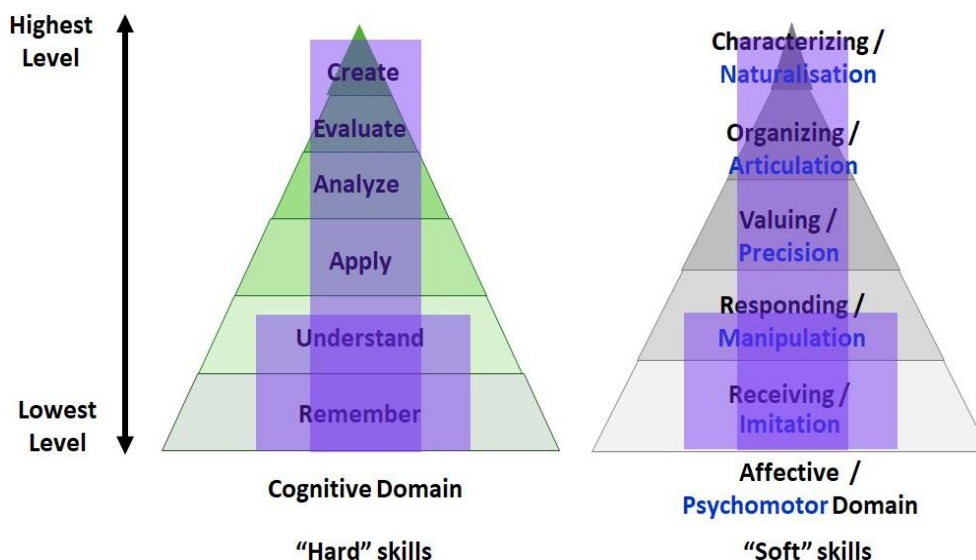


Figure 6 Inverted T-shape superimposed on Bloom's prism to indicate simultaneous consideration of both in optimizing course learning outcomes

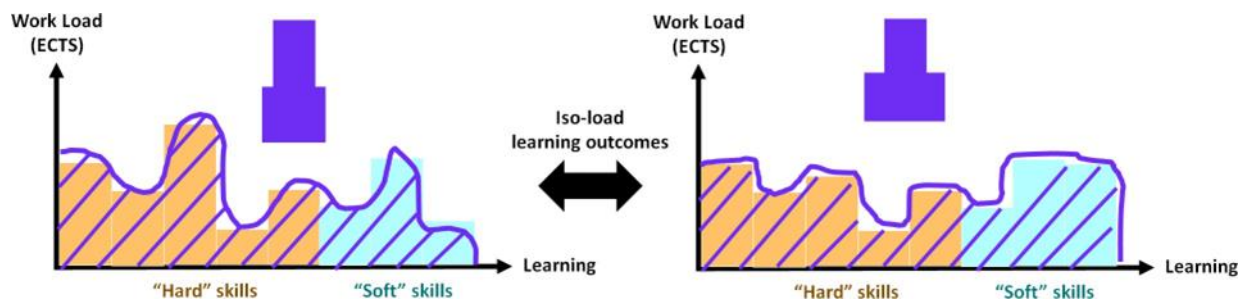


Figure 7 Illustration of two different course plans with iso-load optimization principle - shaded area under each curve is maintained the same.

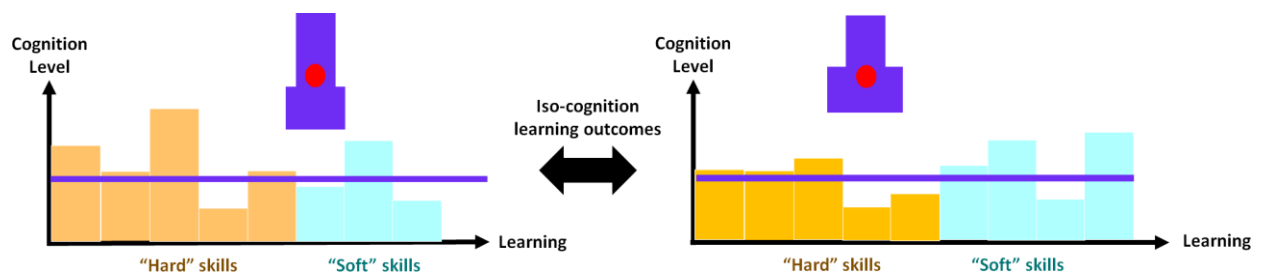


Figure 8 Illustration of two different course plans with iso-cognition optimization principle - the average target cognition level, represented by the dark purple horizontal line, is the same

3.5 Case Studies

This section addresses challenges from Section 2.2 by applying the IIT method to redesign interdisciplinary courses originally for Electronics Engineering students. Table 1 shows that diverse participants require adjusted learning outcomes and activities. Depth in disciplinary topics may be balanced with broader systems-oriented topics at a fundamental level, satisfying iso-load but not iso-cognition requirements. Thus, higher study levels must also adjust learning outcomes to include advanced affective and psychomotor skills, leveraging the multidisciplinary cohort.

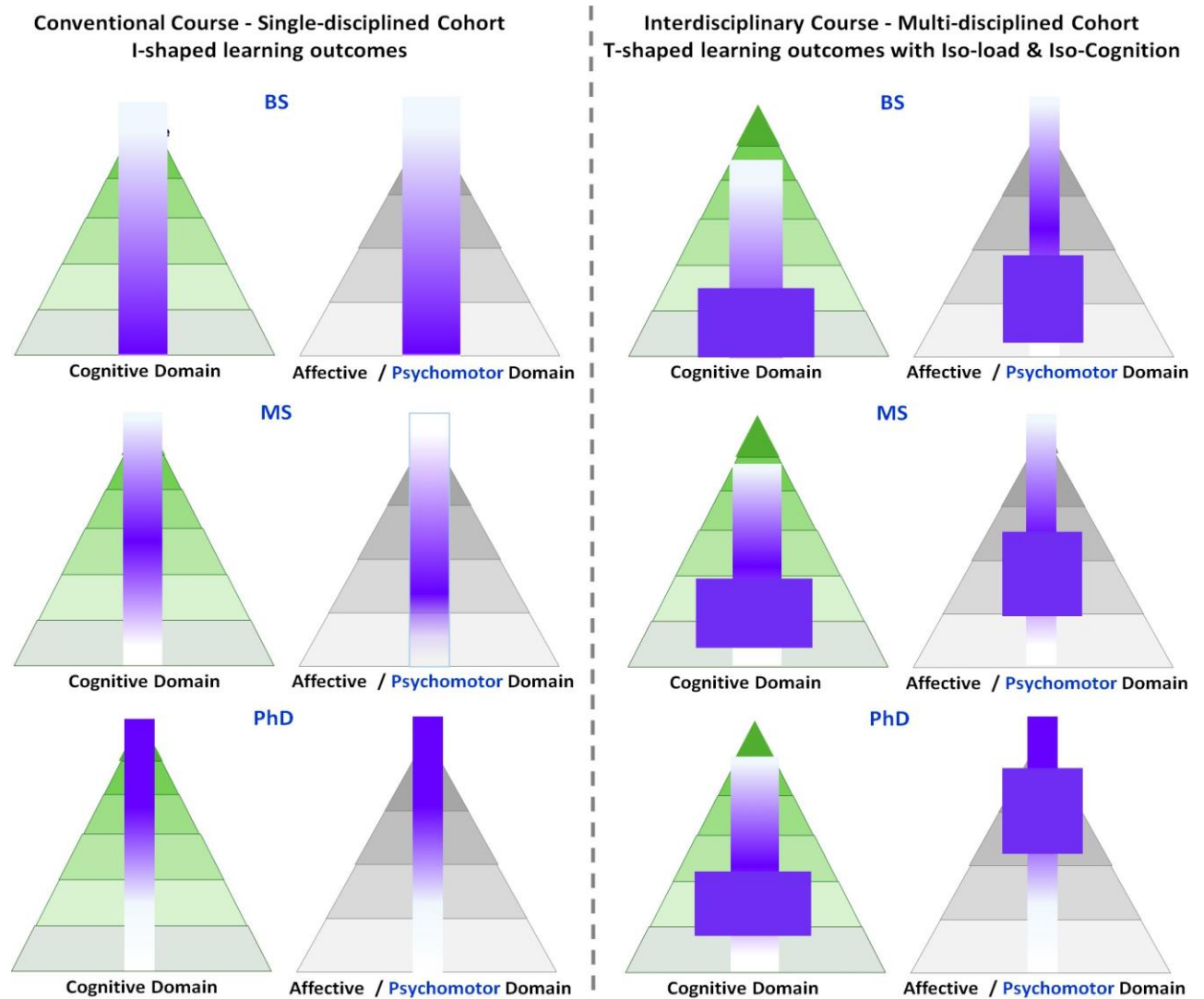


Figure 9 : Illustration of T-shaping Bloom's Taxonomy-based learning outcomes using iso-load and iso-cognition principles in an interdisciplinary course with a diverse background of participants, in contrast to a conventional single-discipline I-shaped course.

Table 1 Applying IIT to sample OsloMet case studies originally introduced in 2.2 - a subset of the course outcomes is provided for clarity (significant differences between I-shaped and IIT outcomes are bolded).

Course	I-shaped Learning Outcomes	IIT Learning Outcomes	Comments
Embedded Systems (Bachelor's level)	Cognitive Domain: Understand fundamentals of microcontrollers Apply knowledge of electronics for advanced analysis of embedded hardware electricals Evaluate and design complex multi-tasked systems Affective / Psychomotor Domain: Receive, respond, value and articulate Teamwork	Cognitive Domain: Understand fundamentals of microcontrollers Apply knowledge for basic analysis of embedded hardware and software (electricals, thermodynamics, simple data structures) Evaluate and design simple multi-tasked systems Affective / Psychomotor Domain: Receive, respond, value and articulate using terms from multiple disciplines Cross-disciplinary organization and teamwork	IIT is applied to accommodate a student cohort with three distinct disciplinary backgrounds in electronics, computer and mechanical engineering (right) vs. electronics engineering only (left)
Rehabilitation and Assistive Devices (Master's level)	Cognitive Domain: Evaluate and characterize in detail complex mixed signal electronic components for a rehabilitation system Analyze and design electronic subsystems as part of an assistive device Affective / Psychomotor Domain: Clearly communicate precise specifications and functions Teamwork in a project lab setting	Cognitive Domain: Evaluate and characterize different aspects of a rehabilitation system Analyze an assistive system and its effectiveness in a patient care environment Affective / Psychomotor Domain: Articulate functions and usage models along with full system comparisons Cross-disciplinary team organization in engineering and health lab- oratories	IIT is applied to accommodate a student cohort with background in both engineering and health (right) vs. electronics engineering only (left)
Advanced Topics in Biomedical Engineering (PhD level)	Cognitive Domain: Apply advanced knowledge for critically analyzing and designing complex biomedical electronic circuits Affective / Psychomotor Domain: Disciplinary valuing, precision, articulation, organizing, naturalization, characterizing e.g. research and generation of a project report on a biomedical electronic subsystem	Cognitive Domain: Apply basic knowledge and new learning to critically analyze fundamental or representative complete biomedical systems Affective / Psychomotor Domain: Interdisciplinary and full system level valuing, precision, articulation, organizing, naturalization, characterizing e.g. research and generation of a fully rounded re- search project proposal on a new type of multi-function biomedical system	IIT is applied to accommodate a student cohort with mixed disciplinary backgrounds in engineering (right) vs. electronics engineering only (left)

4 Discussion and Summary

Engineering relies on quantitative analysis for objective decision-making, resource management, and quality improvement. Many universities use quantified metrics for quality management, aligning with international standards such as the Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET). Given this quantitative focus, the authors, with backgrounds in electronics and mechatronics engineering, developed the IIT method to adapt interdisciplinary courses without sacrificing quality or student satisfaction. The method is effective, as shown in Section 3.5, though detailed data is pending. Two factors support continuing this approach:

I. Student Course Evaluations: Students from diverse disciplines appreciated the material and activities.

II. Instructor Reflections: Instructors reported increased satisfaction with learning quality.

Given engineering education trends and future challenges, developing higher-level ‘soft’ skills is vital to balance any gaps in ‘hard’ skills to achieve unique and relevant competence levels. However, applying the IIT method requires preparatory work.

4.1 Required prework for applying the IIT method

When designing a course, it is important to consider the ECTS credits, programme goals, and student environment, including educational traditions and priorities. Experience helps estimate the workload for an average student; if lacking, peer communication is vital. Interdisciplinary courses require additional planning before applying methods like IIT:

I. Evaluation of Student Academic Background: Evaluate the backgrounds of enrolled students and the disciplines involved.

II. Identification of Critical Learning Outcomes: Determine cognitive, affective, and psychomotor outcomes that are challenging and appropriate for the students’ educational level and competencies.

The above steps improve workload estimation accuracy. Despite thorough preparation, instructors may still need to make assumptions. Therefore, early feedback and student dialogue are recommended to adjust learning activities as needed.

4.2 Summary

This work addresses designing learning outcomes for interdisciplinary engineering courses in today’s evolving educational landscape. Diverse student backgrounds converge due to modern engineering challenges, necessitating new course designs. While literature on interdisciplinary education pedagogy exists, guidance on designing course outcomes for diverse students is lacking. A quantitative approach ensures consistent quality and effort from students. The proposed Iso-load and Iso-cognition T-shaping (IIT) method uses Bloom’s taxonomy to grade learning outcomes, forming a T-shaped structure representing total student effort, fixed by ECTS credits. This is iso-load

optimization. Iso-cognition optimization maintains average competence across cognitive, affective, and psychomotor domains. Graphical representations are introduced in illustrating the method for science and engineering audience. Case studies from Oslo Metropolitan University illustrate IIT's application, showing re-optimization of learning outcomes for diverse students. The necessary pre-work for applying IIT is also discussed.

4.3 Future Work

The authors see value in further testing this method to gather data on its effectiveness. The goal is to track students from different disciplines through their studies and into their careers. A shorter study could follow senior bachelor's students into the workplace. Additionally, exploring the IIT method in non-engineering disciplines with diverse student backgrounds could be insightful.

References

- [1] National Academies News Release (USA). 21st century's grand engineering challenges unveiled. url: <https://www.nationalacademies.org/news/2008/02/21-centurys-grand-engineering-challenges-unveiled> [accessed on 1-12-2024].
- [2] National Academy of Sciences on behalf of National Academy of Engineering. Greatest engineering achievements of the 20th century. url: <http://www.greatachievements.org> [accessed on 1-12-2024].
- [3] Antoine Van den Beemt, Miles MacLeod, Jan Van der Veen, Anne Van de Ven, Sophie Van Baalen, Renate Klaassen, and Mieke Boon. Interdisciplinary engineering education: A review of vision, teaching, and support. *Journal of engineering education*, 109(3):508–555, 2020.
- [4] Mehmet Barut, Mehmet Yildirim, and Kemal Kilic. Designing a global multi-disciplinary classroom: A learning experience in supply chain logistics management. *International Journal of Engineering Education*, 22(5):1105–1114, 2006.
- [5] Sandra K Abell and Norman G Lederman. *Handbook of research on science education*. Routledge Member of the Taylor and Francis Group, 2007.
- [6] Renate Klaassen, Nanneke De Fouw, Remon Rooij, and Youandi van der Tang. Perceptions of interdisciplinary learning: A qualitative approach. In *Proceedings of the 8th Research in Engineering Education Symposium, REES*, pages 398–407, 2019.
- [7] Lisa R Lattuca, David Knight, and Inger Bergom. Developing a measure of interdisciplinary competence. *International journal of engineering education*, 29(3):726–739, 2013.
- [8] Karri A Holley. Interdisciplinary curriculum and learning in higher education. In *Oxford research encyclopedia of education*. OXFORD RESEARCH ENCYCLOPEDIA, EDUCATION, 2017.
- [9] Diana Stentoft. From saying to doing interdisciplinary learning: Is problem-based learning the answer? *Active Learning in Higher Education*, 18(1):51–61, 2017.
- [10] Ger Post, Myrte Mijnders, and Hannah Edelbroek. *Interdisciplinary learning activities*. Amsterdam University Press, 2018.
- [11] Lyn D English. Stem education k-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM education*, 3:1–8, 2016.
- [12] Lisa D McNair, Chad Newswander, Daniel Boden, and Maura Borrego. Student and faculty interdisciplinary identities in self-managed teams. *Journal of Engineering Education*, 100(2):374–396, 2011.
- [13] David Guest. The hunt is on for the renaissance man of computing. *The Independent*, 17(9), 1991.
- [14] Karolina Doulougeri, Jan D Vermunt, Gunter Bombaerts, and Michael Bots. Challenge-based learning implementation in engineering education: A systematic literature review. *Journal of Engineering Education*, 2024.
- [15] Benjamin S Bloom, MD Engelhart, ED Furst, WH Hill, and DR Krathwohl. *Taxonomy of educational Objectives: Handbook I-Cognitive Domain*/BS Bloom, MD Englehart, EJ Furst, WH Hill, DR Krathwohl. New York: David McKay Co Inc, 1956.
- [16] Lorin W Anderson and David R Krathwohl. *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives: complete edition*. Addison Wesley Longman, Inc., 2001.
- [17] Peter Rogers and Richard J. Freuler. The "t-shaped" engineer. In *122nd ASEE Annual Conference and Exposition*, pages 1–18. American Society for Engineering Education, 2015.
- [18] S. Jaschik. Well prepared in their own eyes. url: <https://www.insidehighered.com/news/2015/01/20/study-finds-big-gaps-between-student-and-employer-perceptions> [accessed on 1-12-2024], 2015.
- [19] Bernardo A. Delicado, Alejandro Salado, and Rafael Mompo. Conceptualization of a t-shaped engineering competency model in collaborative organizational settings: Problem and status in the spanish aircraft industry. *Systems Engineering*, 21(6), 2018.

[20] Kathryn M Drezek, Deborah Olsen, and Maura Borrego. Crossing disciplinary borders: A new approach to preparing students for interdisciplinary research. In 2008 38th Annual Frontiers in Education Conference, pages F4F–1. IEEE, 2008.

1 Supplementary Data

S1.1 Application of Bloom's Taxonomy across study levels in IEE context

IEE courses are typically structured for students with varied and similar academic backgrounds. The diversity in students' academic backgrounds can significantly impact the course delivery when aiming to achieve different levels of Bloom's Taxonomy as mentioned in Table S1. The interplay between students' previous knowledge and their capacity to reach higher cognitive, affective, and psychomotor levels of Bloom's Taxonomy poses unique challenges and opportunities at each educational level (Bachelor, Master, and PhD), as elaborated in the subsequent sections.

S1.1.1 Bachelor's Level of Education

At the undergraduate level, students are generally expected to master foundational knowledge and basic application of concepts, aligning with the lower-order cognitive skills in Bloom's Taxonomy: Remembering, Understanding, and Applying, which are typically covered by courses from the 1000-3000 levels. When students come from diverse academic backgrounds, they bring different perspectives that can enrich discussions and problem-solving approaches. For example, students from mechanical engineering might offer practical insights, while those from electrical engineering could provide a more theoretical understanding. However, students with varying levels of prior knowledge may struggle to meet baseline competencies in interdisciplinary courses. For instance, students with little exposure to programming may find it challenging to engage with courses that integrate software tools and hardware, thereby limiting their ability to achieve higher-order skills like analyzing or evaluating. Diverse academic backgrounds may also create gaps in the foundational knowledge required to understand more advanced interdisciplinary concepts. This can make it harder for them to grasp the material needed to advance through Bloom's Taxonomy effectively.

S1.1.2 Master's Level of Education

Graduate students are expected to achieve higher-order cognitive skills such as analyzing, evaluating, and creating. At this level, interdisciplinary engineering education becomes increasingly important, as students often need to synthesize knowledge from various domains. Diverse academic backgrounds can be advantageous here, as students are encouraged to combine their specialized knowledge with new interdisciplinary concepts to solve complex, real-world problems. The diversity in thinking allows for richer, more creative solutions and a deeper understanding of the connections between different engineering domains. For example, the master-level course ACIT4035, titled 'Rehabilitation and Assistive Devices,' is open to students not only from engineering but also from other disciplines, making it multidisciplinary. The course focuses on a project related to the design and development of specific assistive technologies. The diverse academic backgrounds of the students foster rich discussions around the project, addressing various aspects due to the variety of perspectives. However, this diversity also presents a challenge in achieving the higher cognitive

abilities expected in a master-level course (3000-4000 level). Students coming from different disciplines may struggle with the higher cognitive demands of interdisciplinary courses. This can slow their ability to achieve mastery in more complex tasks like creating new solutions or conducting independent research. While some aspects of the project create opportunities for certain students to master their previous knowledge in the evaluation and creation of assistive technology, diverse backgrounds can sometimes lead to uneven group contributions, especially in collaborative project-based courses. This can make it harder for all students to reach the evaluating and creating levels of Bloom's Taxonomy equally. Among the many challenges for such a course is the development of a syllabus that accommodates unexpected and highly multidisciplinary student backgrounds, faculty preparedness, assessment methods, and resource allocation, as discussed in Table S2.

S1.1.3 PhD Level of Education

At the doctoral level, students are expected to engage in creating new knowledge through independent research, involving synthesis, analysis, and evaluation at the highest levels of Bloom's Taxonomy. In an interdisciplinary context, PhD students can draw upon their backgrounds and merge knowledge from multiple disciplines to address novel research problems. The challenge of integrating concepts from different engineering fields pushes students to think critically, and exposure to diverse approaches can help them develop innovative solutions and contribute significantly to their field. At the PhD level, students are often expected to engage in complex, independent research that requires a high degree of interdisciplinary integration. Students from diverse academic backgrounds may struggle to fully integrate knowledge from areas outside their primary discipline. For example, a PhD student in electrical engineering might face challenges when working on a project that requires advanced knowledge of mechanical or biological systems. The need for both depth (specialization) and breadth (integration) can create difficulties in achieving the highest levels of Bloom's Taxonomy, particularly in evaluating and creating knowledge across disciplines.

Some of the previously studied general challenges in the delivery of IEE courses are summarized in Table S2, along with noted implications for learning and proposed solutions or strategies. To overcome these challenges, innovative teaching methods such as problem-based learning, project-based learning, and inquiry-based learning are employed to foster critical thinking, creativity, and problem-solving abilities. However, the literature does not discuss how to manage the total student workload and learning quality in such settings to optimize learning outcomes.

Table S 1 Mapping Bloom Taxonomy domains to academic study levels

Academic Level	Cognitive Domain	Affective Domain	Psychomotor Domain
Bachelor's Level 1000-3000-Level Courses	Focus on foundational levels: <i>Remembering</i> , <i>Under- standing</i> , and <i>Applying</i> . Advanced courses may include <i>Analyzing</i> and <i>Evaluating</i> .	Emphasis on <i>Receiving</i> and <i>Responding</i> , with some development in <i>Valuing</i> .	Development of basic and intermediate skills, such as operating tools and conducting experiments.

Master's Level 3000-4000-Level Courses	Higher-order thinking: <i>Analyzing, Evaluating, and Creating</i> . Critical assessment and problem-solving are emphasized.	Focus on <i>Valuing</i> and <i>Organizing</i> , integrating professional and academic values.	Advanced technical skills, such as designing systems and conducting complex experiments.
PhD Level 5000-6000-Level Courses	Operates at the highest levels: <i>Creating</i> and <i>Evaluating</i> . Original research and new knowledge generation are key.	Emphasis on <i>Characterizing</i> — internalizing and exemplifying professional and academic values.	Mastery of specialized techniques, including developing new methodologies or tools.

Table S 2 Summary of challenges in teaching interdisciplinary subjects in engineering education [9] [20].

Challenge Category	Specific Challenge	Implications for Learning	Proposed Solutions / Strategies
Curriculum Design	Lack of cohesive content integration Misalignment with traditional engineering concepts	Reduced coherence for students Difficulty in applying knowledge across disciplines	Develop flexible modules Regular curriculum reviews for alignment
Faculty Preparedness	Limited interdisciplinary expertise Resistance to non-traditional topics	Reduced enthusiasm in teaching Potential knowledge gaps for students	Cross-department training Faculty collaborations
Student Role	Variability in student backgrounds Low initial interest in non-core subjects Lack of interdisciplinary understanding	Disparities in skill acquisition Potential drop in motivation	Interactive sessions Problem-based learning activities Developing student competencies to navigate interdisciplinary problems through specially designed activities
Assessment Methods	Difficulty assessing interdisciplinary knowledge Lack of standardized grading criteria	Inconsistent student feedback Complications in grading fairness	Rubrics for interdisciplinary tasks Mixed qualitative and quantitative evaluations
Resource Allocation	Limited funding for interdisciplinary tools Lack of lab space for non-traditional projects	Restricted hands-on learning Potential disengagement in practical skills	Prioritize resource sharing agreements Virtual labs and simulations

Presentation

Entry points to integrating sustainability in education

Birgit R. Krogstie¹

¹Department of Computer Science, NTNU, Norway

Abstract: There is a need to incorporate sustainability in higher education, including the MNT fields. How to achieve a meaningful integration of sustainability in our courses and study programs is however a challenge. By considering this challenge from the perspectives of society and work life we identify a set of entry points for educators to work on the integration of sustainability in their courses. We invite discussion about the relevance of these entry points and about ideas as well as hindrances for such integration to happen in real life educational contexts.

Keywords:

Sustainability, sustainability education, transformative education, sustainability competencies, employability

1 Introduction

A look at Norwegian universities' strategies is sufficient to recognize the current need to incorporate sustainability in all areas of higher education. As universities and university colleges we need to be sustainable as organizations, and more crucially: We need to provide education that helps our students get the right competence to actively take part in handling the great sustainability challenges.

The expectation that educators must somehow integrate sustainability in their courses is often met by frustration and resignation: "My curriculum is already packed!", "My course is not about sustainability!", "Are we supposed to teach social science?", "What is meant by sustainability anyway?" and so on. Sustainability may end up being reluctantly added to the lecture plan, typically at the end, to "tick off" that it has been addressed.

The issue of how to meaningfully integrate sustainability in various types of courses and study programs, accordingly, is challenging and worth discussing across the fields represented at the MNT conference.

The research question addressed in this work is: How can we achieve a meaningful integration of sustainability in education? To approach an answer we draw on research literature as well as the authors' experience from working with the integration of sustainability in Computing education over several years.

2 Sustainability

Regarding the concept of sustainability, there are various definitions, models and taxonomies. The definition of *sustainable development* from the Brundtland commission is well established: "development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs" (Brundtland, 1987).

The UN has translated sustainable development into a set of 17 sustainable development goals (SDGs) <https://sdgs.un.org/goals>. These goals with subgoals cover the needs humanity needs to address to achieve a sustainable future. Another range of models of sustainability include the environment, society and economy as main constituent areas. The three areas are often depicted in a Venn diagram, and sometimes in a layered fashion ("wedding cake") where the environment/biosphere is the foundation, society builds on this, and economy on top is based on a working society.

Another key reference model for sustainability outlines the planetary boundaries within which humanity can continue to develop and thrive – if we manage to stop overshooting them (Rockström et al. 2009). The doughnut model of economics (Raworth 2022) locates the viable area for human activity outside the boundaries of a social foundation (inner part of the doughnut) while inside the planetary boundaries.

3 Including sustainability in education

There are many stakeholders involved in higher education with legitimate roles and interests in making education successful. In what follows we address the integration of sustainability in education by taking the perspectives first of society, then of work life. The resulting entry points indicate some directions for educators' work to integrate sustainability in education. To illustrate our points, we include some references to computing education.

3.1 The needs of society

Due to the scale of the challenges related to sustainability on a societal level, the ability of the population to understand and act upon sustainability challenges is critical. This has implications also for higher education. Here we will focus on three aspects: The need for basic knowledge about sustainability challenges, the need for a vocabulary (terms, models) to communicate about sustainability, and the need for competence to actually make a change in society.

For universities to be able to address sustainability issues on a more advanced level (which we will get back to in the next section), there is a need for basic knowledge and sufficient vocabulary. These two go hand in hand: insight about types of sustainability challenges and concrete cases needs to be expressed in suitable language and at the same time gives meaning to vocabulary and models that otherwise may be perceived as rather abstract. Regarding basic vocabulary, we pointed to some relevant sources in the Introduction chapter. Regarding sustainability challenges, it is not trivial to say what should be regarded as "common knowledge". Available knowledge is constantly changing and expanding as technology, research, events and discussions evolve, including debates of a political nature with arguments about priorities, likelihood of scenarios and the truthfulness of scientific findings. For instance, arguably, it might be regarded as basic knowledge that access to clean water for everyone is one of the UN SDGs. Given the growing use of AI, it could also be considered basic knowledge that AI usage (especially that of generative AI) has a huge impact on clean water consumption, potentially contributing to water shortage. As users of AI and future professionals making decisions on use of AI in various contexts, then, our students need to have this knowledge. Another type of basic knowledge is more on a meta level: sustainability issues frequently involve dilemmas that cannot be solved without concessions and compromise. Our students will be taking part in discussions involving such dilemmas.

Upon entering higher education, students today have more awareness of sustainability than students only a few years ago, provided through primary and secondary education. Formal learning at school is accompanied by a flood of information from social media and other channels, resulting in insight but potentially also confusion and a need to keep it all at distance. At the higher education level we need to make sure we create a common ground for the students on sustainability, helping

some catch up on vocabulary and knowledge that others already have, and lifting the perspective to challenges taken on through the expertise gained in higher education. By taking a broad perspective on sustainability it is possible to cover diverse types of challenges matching the diversity of students' chosen fields of study.

Many have argued that a dedicated introductory level course on sustainability is ideal for this purpose. Another option is to modify existing introductory level courses (e.g. on society, ethics,...) to make sustainability a main topic there.

Whether or not there is a dedicated course addressing the basics of sustainability, the use of a shared set of terms and models should be promoted. If teaching staff across various courses actively use the same vocabulary, it demonstrates to the students a commitment to sustainability. We should reach beyond referring to the SDGs, which often ends up as a superficial exercise. To achieve this, culture building among teaching staff for discussing sustainability is essential, which suggests a degree of formal and informal learning activity e.g. through seminars and workshops.

Many voices in society call for fundamental change to the way society works, e.g. with respect to technology, economy, and government. This suggests educational approaches aiming for transformation (Aboytes & Barth, 2020; Sterling, 2010; Yacek, 2020). *Transformative education* involves “[. . .] learning that transforms problematic frames of reference – sets of fixed assumptions and expectations (habits of mind, meaning perspectives, mindsets) – to make them more inclusive, discriminating, open, reflective, and emotionally able to change (Mezirov, 2003) p.58. As educators we need to consider to what extent our courses should aim for students to acquire competence defined by existing practices and when it is more appropriate to have students *question* these practices. While many existing courses involve problem solving and innovative solutions, a transformative take is to require a student project to make a real impact on the world outside the university, e.g. by developing solutions in collaboration with neighbourhoods or non-profit organizations. Importantly, having students go beyond existing practices and solutions does not imply that the teacher should prescribe what is the right approach or solution. In light of the different traditions for sustainability teaching: fact-based, normative, and critical/pluralistic (Öhman & Östman, 2019), transformative education belongs to the latter tradition: Students should be active participants in defining even what sustainability means.

3.2 The needs of work life

Work practices in the areas we prepare our students for are rapidly evolving. Within various disciplines and professions, there is a need for knowledge and skills to address sustainability-related challenges.

Sustainability accountability and reporting are increasingly required. Candidates from technology-oriented study programs frequently start working in consultancy companies whose clients expect the company to be able to deliver solutions according to certain standards. The Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) (European Union, 2022) is an important example; from the fiscal year of 2024, large enterprises in Norway

must report based on CSRD. The company might also have developed their own guidelines and standards with respect to sustainability. As employers, companies seek candidates who are able to actively consider and report on sustainability in their work.

Relatedly, there is the development of sustainability awareness within the core practice of the various disciplines. In Software engineering (SE), the need to integrate sustainability throughout work process has spurred the development of tools and frameworks (König et al., 2024; Lago et al., 2024). In SE education, to give our students relevant experience they should practice use of the same state-of-the-art tools and frameworks. This means educators also need to be updated on the relevant tools and their appropriate integration in the work process (e.g., in the case of Software engineering, in agile development). Also, curricula need to be developed to support the learning process.

As an example, at NTNU there is ongoing research on how to integrate sustainability analysis in Human-Computer Interaction (HCI) courses. In a large introductory course the Sustainability Awareness Framework (SusAF) (Duboc et al., 2019; Penzenstadler et al., 2018) is applied. The students develop a sustainability analysis diagram (SusAD) in addition to the other design artifacts, which benefits learning about HCI design practice as well as sustainability. A research publication from this work is currently under review.

A simplified SusAD diagram, taken from another course, is shown in Figure 1. The technology under analysis is a website for a housing cooperative, and the students have identified sustainability effects related to the cooperative's car charging solution.

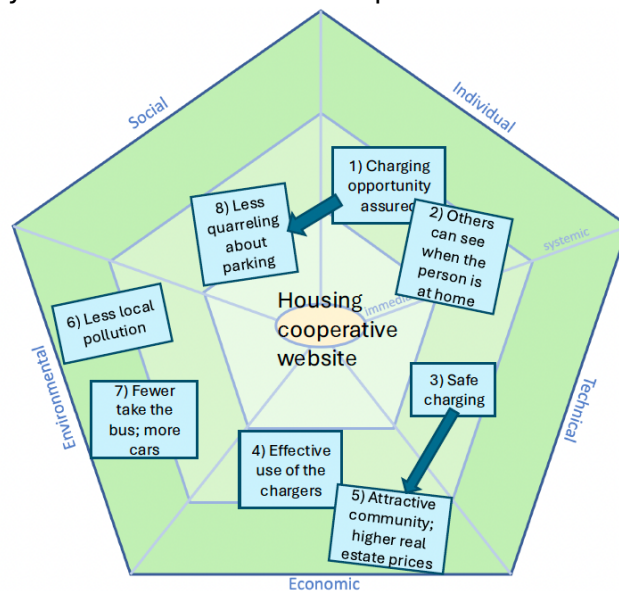


Figure 1: Example of a sustainability analysis diagram; simplified

Finally, it is useful to consider the competences regarded as particularly useful for working with sustainability challenges. Key competences for sustainability (Redman & Wiek, 2021; Wiek et al., 2011) include e.g. critical thinking, teamworking, systems thinking and future thinking. These are competencies typically asked for by employers (e.g. (Lundberg, Gunhild M. et al., 2018)). Also, they are competencies developed in many existing courses, in particular advanced courses based on project-based learning. To

integrate sustainability in education, thus, an important thing to ask, is: What do we already have in our current courses, and what needs to be added to help students gain the full set of sustainability competencies through their study program. Frameworks such as the CDIO Optional Standard for sustainable development (Rosén et al., 2021) can be helpful to address this systematically.

4 Questions for discussion

Sustainability is an area that can easily lead to a feeling that things are going in the wrong direction while our actions mean little. As educators we are however in a privileged position: We can make a difference to the learning and engagement of those who will be out there grappling with the sustainability challenges. Seeing examples of how this can be done, how to actively engage students in learning activity to address sustainability challenges, is valuable.

Continued experience exchange and knowledge building among educators in the area of sustainability in education is therefore essential. We need to share frustrations and ideas and get inspiration from colleagues. This should be done within disciplines, but also across disciplines (e.g. within engineering education, STEM education, and in higher education more widely).

As a starting point for discussion at the MNT conference, this work has briefly addressed some entry points into the integration of sustainability in education, assuming there are many similarities across the M, N and T. Questions to discuss include:

- Are the issues and proposed entry points relevant across the fields targeted by the conference?
- What are the most important hindrances to achieving integration of sustainability in education in our various fields and specific courses?
- What are good ideas for how to achieve such integration in practice?

Thanks to

Thanks to colleagues at the Department of Computer Science, NTNU, and to Excited Centre for Excellent IT Education, funded by the Directorate for Higher Education and Skills

References

- Aboytes, J. G. R., & Barth, M. (2020). Transformative learning in the field of sustainability: A systematic literature review (1999-2019) Jorge Gustavo Rodríguez Aboytes. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(5), 993–1013.
- Brundtland, G. H. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future* (United Nations Conference on Environment and Development). United Nations World Commission on Environment and Development.
- Duboc, L., Betz, S., Penzenstadler, B., & et al. (2019, September 23). *Do we really know what we are building?*

Raising awareness of potential Sustainability Effects of Software Systems in Requirements Engineering. IEEE 27th International Requirements Engineering Conference (RE), Jeju Island, South Korea.

European Union. (2022). *Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)*. EU. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32022L2464>

König, C., Lang, D. J., & Schaefer, I. (2024). Sustainable Software Engineering: Concepts, Challenges, and Vision. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 2024.

Lago, P., Fernandez, N. C., Fatima, I., Funke, M., & Malavolta, I. (2024). The sustainability assessment framework toolkit: A decade of modeling experience. *Software and Systems Modeling*.

Lundberg, Gunhild M., Gaustad, André, & Krogstie, Birgit R. (2018, April 17). *The employer perspective on employability*. 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Tenerife, Spain.

Mezirov, J. (2003). Transformative learning as discourse. *Journal of Transformative Education*, 1(1), 3–79.

Öhman, J., & Östman, L. (2019). Different teaching traditions in environmental and sustainability education. In K. Van Poeck, L. Östman, & J. Öhman (Eds.), *Sustainable Development Teaching. Ethical and Political Challenges*. Routledge.

Penzenstadler, B., Duboc, L., Venters, C. C., Betz, S., Seyff, N., Wnuk, K., Chitchyan, R., Easterbrook, S., & Becker, C. (2018). Software Engineering for Sustainability—Find the Leverage Points! *IEEE Software*, 2018(July/August).

Redman, A., & Wiek, A. (2021). Competencies for Advancing Transformations Towards Sustainability. *Frontiers in Education*, 6.

Rosén, A., Hermansson, H., Finnveden, G., & Edström, K. (2021, June 21). *Experiences from applying the CDIO standard for sustainable development in institution-wide program evaluations*. 17th International CDIO Conference, Bangkok, Thailand.

Sterling, S. (2010). Transformative learning and sustainability: Sketching the conceptual ground. *Learning and Teaching in Higher Education*, 11(5).

Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6, 203–218.

Yacek, D. W. (2020). Should education be transformative? *Journal of Moral Education*, 49(2), 257–274.

Presentation

“Why don’t my students come to class?”

Lundmark, A.M.¹, Bakken, K.B.¹, Anell, I.¹, Augland, L.E.¹, Conrad, C.P.¹, Dunkel, K.G.¹, Rodriguez-Blanco, L.¹, Lilleøren-Staalesen, K.¹, Svensen, H.H.¹, Treichler, D.¹

¹ Department of Geosciences and iEarth Centre for Excellence in Education, University of Oslo, Norway

Abstract

Students' academic success is positively correlated with attending teaching activities. Despite this, not all students attend regularly. As a teacher, having students not show up may feel like a personal failure; is it my teaching that is uninspiring (blame the teacher)? Or are the students just lazy (blame the students)? Perhaps the students don't think attendance is important to academic success (blame the education system)? Or do they have to prioritize other activities, such as work (blame socio-economic factors)? Maybe they have health issues (blame bad luck)? In this study we explore the answers from 54 students in the geoscience bachelor program at the University of Oslo to a survey on their views on attendance, and their reasons for attending or not attending. We use inductive thematic analysis to investigate what entices students to attend and what makes them stay away, and discuss potential measures to increase attendance.

Keywords:

Student attendance, academic success, geoscience education, inductive thematic analysis

1 Introduction

In discussions among geoscience instructors at the University of Oslo following the Covid-19 pandemic, there has been increasing concern about students not attending teaching activities such as lectures and practicals. Most of us see a strong correlation between student attendance and student retention and success. This should come as no surprise; in a meta-study of the importance of class attendance, Credé et al. (2010) found that *“class attendance [is] a better predictor of college grades than any other known predictor of academic performance, including scores on standardized admissions tests such as the SAT, high school GPA, study habits, and study skills”*.

This testifies to the many benefits of attending teaching activities, from supporting students in managing their time to cognitive (learning), social (collaborating and building relationships and networks) and affective benefits (engagement, identity and belonging). While it may be reassuring for teachers that class attendance makes a difference, it makes it that much more concerning when students are absent. Indeed, in the two 1st year geoscience courses is not uncommon that up to one third of the students are absent from any given lecture.

In the 1st year of the geoscience bachelor, the importance of attendance for success is repeatedly brought up, both during the introduction to the bachelor program and at the start of the introductory geoscience courses. So why don't all students attend all teaching activities all the time? A study of class attendance from the US asking 333 students about 1633 courses (in social sciences) suggests that attendance was unrelated to age, gender, distance of living quarters to campus, tuition fees, or the number of credits the students enrolled for. In fact, the authors found that the one thing attendance correlated to was the grade point average (GPA) - and who is to say if this reflects that successful students tend to attend class, or that students who attend class tend to become successful (Friedman et al. 2001)?

This piqued our interest - what about our students? We decided to try to find out what the students think about class attendance, and if there potentially is something we can do to improve attendance rates. Our research question is therefore: what are students' reasons for attending or not attending geoscience classes at Oslo University?

2 Method

It is difficult to ask students who do not show up why they are absent. We therefore decided to use the first lecture of the semester, which is mandatory, to ask students about their attendance in the previous semester. In January 2024, we asked teachers of bachelor-level geoscience courses to provide their students with a voluntary anonymous survey regarding their class attendance, and reasons for attending or not attending. Eighty-seven students who took bachelor courses during the semester were invited to participate in the survey, and 54 responded. Here we present answers to 6 closed questions and 2 open questions (Figure 1 and 2).

In April 2024 the authors of this paper met up for a workshop (9 geoscience teachers and 1 administrative staff) and performed an inductive thematic analysis of the text answers to the open questions (building on Braun and Clarke, 2006).

The answers given by the students were short and to the point, and each answer was split into the specific reasons. In all, the answers provided 117 reasons for why students attend classes and 97 for why students do not attend classes. These reasons were then coded at a semantic level (but screened for irony and similar). The workshop participants divided into three groups to organise these reasons into themes, which were subsequently compared and discussed. Some preliminary results from our workshop are presented below.

The research did not require approval from the Norwegian Agency for Shared Services in Education and Research (SIKT) since all data were gathered anonymously. The open answers were screened by AML and KB for information that might inadvertently reveal the identities of the respondents prior to thematic analysis.

3 Results

3.1 Quantitative questions

Of the 54 respondents 42 had signed up for 30 ECTS (corresponding to a full-time study progression) in the previous semester (fall of 2023), 4 had signed up for fewer and 6 for more credits. Fifty-seven percent of the students worked during the semester (Figure 1). More than half of the students (54%) reported living more than 20 minutes travel distance from lectures. Nearly all respondents thought it was very important or important to attend lectures (96%), and most respondents thought it was very important or important to attend other non-compulsory teaching activities such as exercises and labs (70%). When asked to reflect on a specific geoscience course from the previous semester and the grade they aspired to achieve, most respondents had aimed for a C, corresponding to an average performance (54%) or better (37%). When asked about how many lectures they attended in that specific geoscience course, 70% indicated that they had attended most lectures, but 20% had attended less than half.

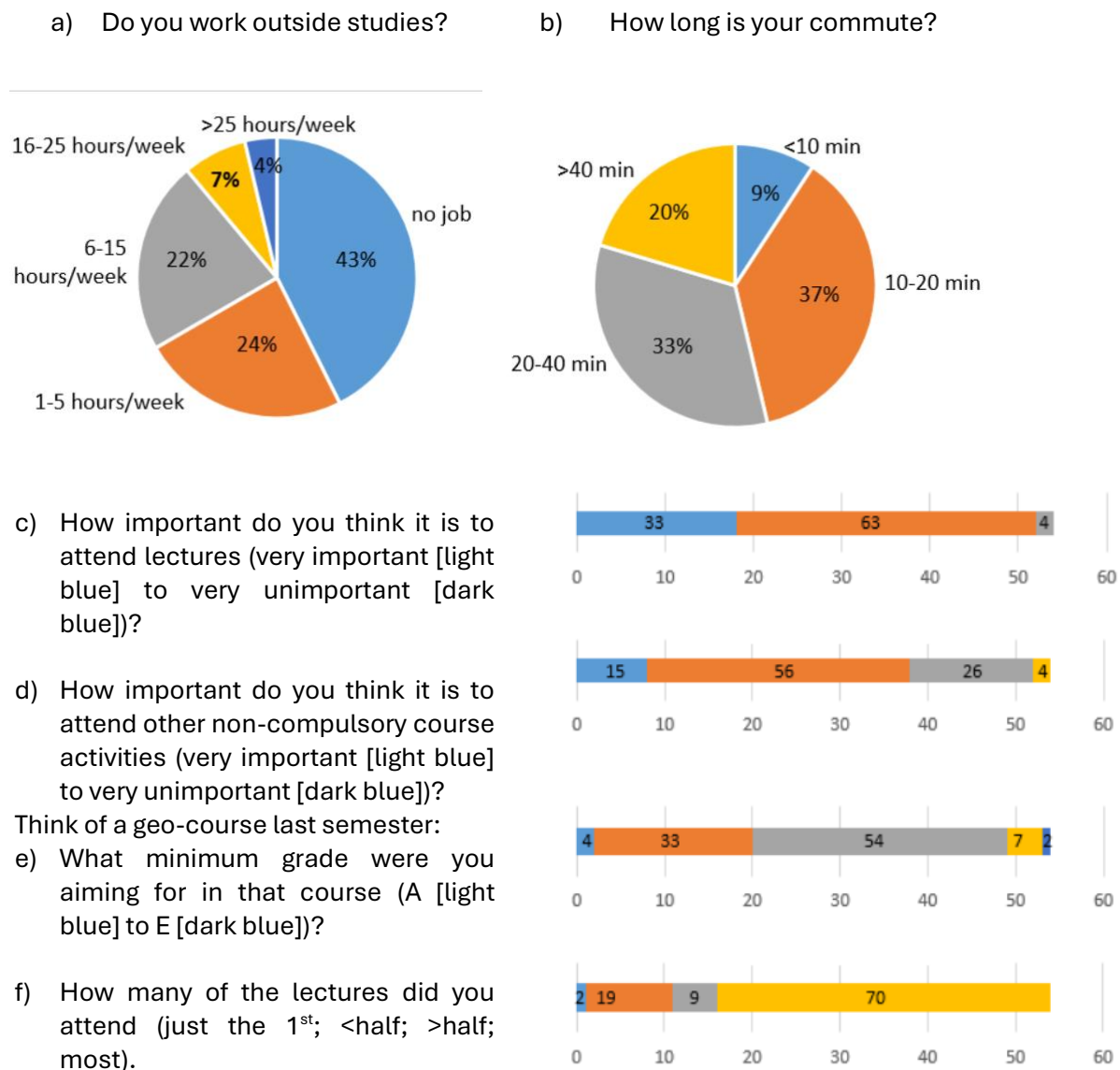


Figure 1. Responses to survey questions on work outside studies; commute time; perceived importance of attending lectures; perceived importance of attending other non-obligatory teaching activities; aspiration for grade in previous geo-course; approximate lecture attendance in that course. All pie and bar diagrams nominally show 5 ranges as denoted by colours (from light blue, via orange, grey, and yellow to dark blue) and labels. Absence of a colour field indicates zero responses in that range. Bar diagrams show number of responses (x axis) and % responses (in diagram).

3.2 Open questions

The three workshop groups made three different thematic analyses that were compared and discussed. One group also mapped out relations between themes based on the discussion, and organised these around the value students see of attending, and their ability to attend (Figure 2).

The value students see of attending lectures include both intrinsic (“it’s fun” was mentioned by 7 respondents) and extrinsic motivations (“to know what was relevant for the exam” was mentioned by 5 respondents). Many respondents highlight positive social

aspects (n=16), but some also note social pressure, “*it’s noticeable when I’m not there*” and it is “*important to come to not affect others negatively*”. The respondents also see a unique value in attending lectures that include e.g. the possibility to ask questions, understand what is expected of students in the course, take part in practical demonstrations, and learning from the teacher (“*easier to understand the teacher than the book*”). Several students also mention that attending helps them structure their studies (“*force myself to not fall behind*”; n=6).

On the flip side, lectures can be boring (n=9) or difficult to understand (n=3). Health features prominently as a reason not to attend (n=11), as does work (n=9) and commuting (n=6). Several respondents reported aspects of teaching organisation at the department as reasons for not attending, including scheduling collisions, e.g. with deadlines for obligatory assignments, that they prioritized some courses over others due to the workload, or that early morning lectures made it difficult to attend (n=13). Some respondents state that they were simply lazy (n=1) or prioritised leisure (n=4).

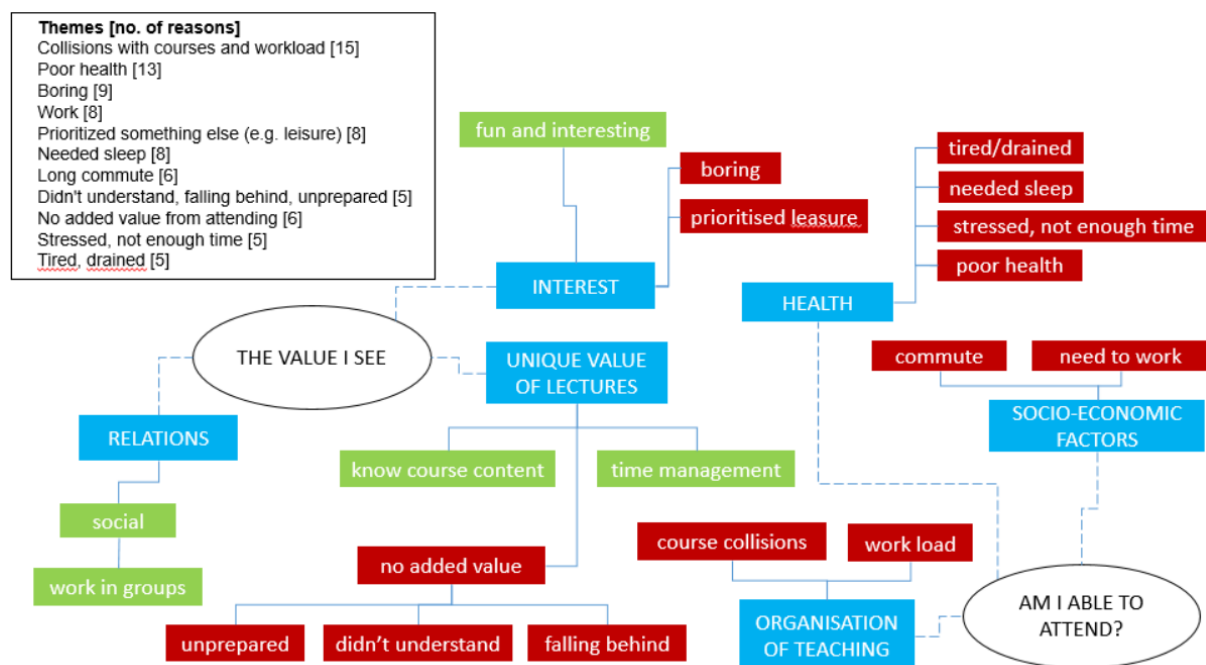


Figure 2. Themes from “why I do attend” (green boxes), and from “why I don’t attend” (red boxes), forming overarching topics (capitalized, blue boxes). These in turn reflect the value the students see in attending on the one hand, and impediments to attending on the other (dashed lines). Inset shows example of themes from “why I don’t attend”.

4 Discussion

4.1 Why do students (not) attend classes?

Our results show that the students share our view that lecture attendance is very important or important (96% of respondents). The main reasons that students give for attending are related to interest and enjoyment, building and maintaining relations, and profiting from the unique value of lectures.

The self-reported attendance, on the other hand, reveals a bimodal distribution where most students (70%) attend most lectures, but a significant minority (20%) report that they attended less than half of the lectures. In this group, 9 of 10 students report that they think attending lectures is important or very important, only one report thinking it is neither important nor unimportant. Also, all but one report that they aimed for a C grade, with one student aiming for a B. So why didn't these students attend more lectures?

Two students reported that work stopped them from attending, one of them also had parental duties. For one student it was a combination of a long commute and early morning lectures. Two reported that they struggled with understanding the lectures (one fell behind, the other struggled with the language). Two reported that the lectures were boring, and one of these felt they could do better studying on their own. One of them had issues with course collisions, one simply prioritized other courses in the semester, and one dropped out of the course.

These results are similar to the overall picture painted by the respondents: when students do not attend lectures, it tends to reflect health reasons, socio-economic reasons (working and commuting), and how the teaching is organised (scheduling and workload). However, finding the lectures boring and prioritizing leisure also makes some students skip lectures.

4.2 Can we improve student attendance?

Our results suggest that there is no silver bullet to increase student attendance; illness, having to work and long commutes mostly fall outside of what teachers and the department can directly influence. The solution for students having to work to get by in Oslo is increasing student grants from the Norwegian State Educational Loan Fund (Lånekassen). Even so, the department could provide more opportunities for students to work as research and teaching assistants, work that can support geoscience learning rather than hinder it. Similarly, though broken legs and colds are a fact of life, teachers and the department can support students in dealing with and reducing stress. One way could be to support students to become more efficient at learning and in managing their studies, e.g. by employing senior students to share their best study habits with new students, and giving students explicit advice and examples in the 1st year courses.

The organisation of teaching at the department can (at least partially) be addressed by teachers, e.g. by making sure that major project deliveries and obligatory course work are spaced out. However, the collisions between courses some students refer to likely reflect that they do not follow the intended study progression; collision proofing all subjects across the bachelor is simply not possible. One partial remedy that is mentioned by some students is video-recording lectures. However, many of us teachers have the suspicion that though this would be helpful for students who cannot attend, it may reduce attendance even further among those who can. The suggestion of making lessons mandatory was raised in our discussions. The upshot is evident, all students who wish to pass a course must attend. Yet this would stop students who can only attend some lectures due to e.g. work or having parental responsibilities from even attempting to take our courses.

Also, Self Determination Theory, widely used to investigate and explain motivation, suggests that making lessons mandatory could reduce the intrinsic motivation to participate (i.e., it is less fun to do something you are forced to do than something you choose to do; Deci and Ryan 2012). Another argument against mandatory attendance is

that students should be given the opportunity to learn and practice self-regulation, i.e., setting goals, exercise control, monitor progress, evaluate and adjust when necessary (Wingate, 2007). Despite these arguments, mandatory attendance does appear to have small positive impacts on grades (Credé et al. 2019). Also, anecdotal evidence gathered from conversations with students at the iEarth Geolearning Forum 2024 in Tromsø suggests that many of them had a favourable view of the mandatory attendance policy at their department.

In all, three students reported struggling with understanding the lectures, two of them attended less than half of the lectures, and (partly) attributed this to falling behind and struggling with the language. Neither reason implies that the students cannot become accomplished geoscientists; our results hints that we could look for students who struggle among those who fail to attend lectures regularly, to provide support.

The final point to raise is the potential to build on the values the students see in attending. By leveraging interest, relations and the unique values of lectures to students we can increase the motivation to attend, and try to address the “boring” aspects of teaching. That said, it is unlikely that all the things we expect a geoscientist to learn can be intrinsically interesting to all students, luckily, we’re all different! This should not stop us from trying!

Acknowledgment

We thank all students who took the time to contribute to this investigation, and all the students and colleagues with whom we have had the pleasure of discussing student attendance.

References

- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), pp.77-101.
- Credé, M., Roch, S. G., & Kieszczynka, U. M. (2010). Class Attendance in College: A Meta-Analytic Review of the Relationship of Class Attendance With Grades and Student Characteristics. *Review of Educational Research*, 80(2), 272-295.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2012). Self-determination theory. *Handbook of theories of social psychology*, 1(20), 416-436.
- Friedman, P., Rodriguez, F. & McComb, J. (2001). Why students do and do not attend classes: Myths and realities. *College teaching*, 49(4), pp.124-133.
- Wingate, U. (2007). A framework for transition: Supporting ‘learning to learn’ in higher education. *Higher Education Quarterly*, 61(3), 391-405.

Presentasjon

KI i høyere utdanning: Akademisk integritet og læringsutbytte blant førstesemesters studenter

Shahvez Mahmood og Omid Mirmotahari

Institutt for Informatikk, Universitet i Oslo, Norge

Sammendrag:

Bruken av kunstig intelligens (KI) i høyere utdanning øker, og verktøy som ChatGPT og GPT Vision gir studenter nye muligheter til å støtte læringsprosesser. Samtidig reiser denne utviklingen spørsmål om akademisk integritet og læringsutbytte. Denne artikkelen undersøker KI-bruken i emnet IN1020 ved Universitetet i Oslo, med fokus på et arbeidskrav, som omhandler maskinvare.

Artikkelen analyserer innleveringer, spørreundersøkelser og intervjuer fra studentkullene høsten 2023 og 2024. Resultatene viser at andelen studenter som brukte KI økte fra 33 % i 2023 til 42 % i 2024. Samtidig doblet antall feil i innleveringene, noe som kan indikere ukritisk bruk av KI-genererte svar.

Artikkelen diskuterer utfordringer knyttet til vurdering av studentenes faktiske kunnskapsnivå og foreslår hverandre-vurdering som en mulig løsning. Denne tilnærmingen kan sikre at studentene tilegner seg nødvendig forståelse. Studien konkluderer med at en balansert KI-bruk, kombinert med egnede vurderingsformer, er avgjørende for å fremme læring og opprettholde akademisk integritet. Artikkelen foreslår hverandre-vurdering som en integrert løsning med andre vurderingsformer for arbeidskrav.

Nøkkelord:

KI, Hverandre-vurdering, ChatGPT, UiOGPT

1 Introduksjon

Bruken av kunstig intelligens (KI) i høyere utdanning er i rask utvikling, og generative KI-verktøy som GPT har blitt stadig mer tilgjengelige og avanserte. Den økende bruken av KI-verktøy i studenters læringsprosesser utfordrer tradisjonelle vurderingsformer. Det er derfor viktig å utvikle alternative vurderingsmetoder som sikrer at studentene tilegner seg reell faglig forståelse, snarere enn å reprodusere KI-genererte svar uten kritisk refleksjon. I løpet av de siste årene har KI blitt en stadig mer integrert del av studentenes studiehverdag [1]. Andelen studenter som benytter KI i studiearbeidet økte fra 61 % i 2023 til 81 % i 2024 [2]. Denne utviklingen har skapt nye læringsmuligheter, men også utfordringer knyttet til hvordan KI påvirker studentenes læringsprosesser. GPT Vision gir studentene mulighet til å laste opp filer for analyse, noe som kan påvirke deres forståelse og tilnærming til oppgaveløsning [3].

Denne artikkelen undersøker hvordan KI-bruken har utviklet seg i et førsteårsemne innen informatikk fra 2023 til 2024, med fokus på et arbeidskrav. Studien analyserer innleveringer, spørreundersøkelser og intervjuer for å kartlegge utbredelsen av KI-bruk, hvilke verktøy studentene anvender, og hvordan KI påvirker læringsutbyttet.

Videre diskuterer artikkelen utfordringene ved å vurdere studentenes faktiske kunnskapsnivå når KI brukes i oppgaveløsning, samt alternative vurderingsformer som kan sikre reell faglig forståelse. En av metodene som vurderes, er hverandre-vurdering, en tilnærming som fremmer læring og faglig refleksjon gjennom dialog mellom medstudenter [4].

2 Metode

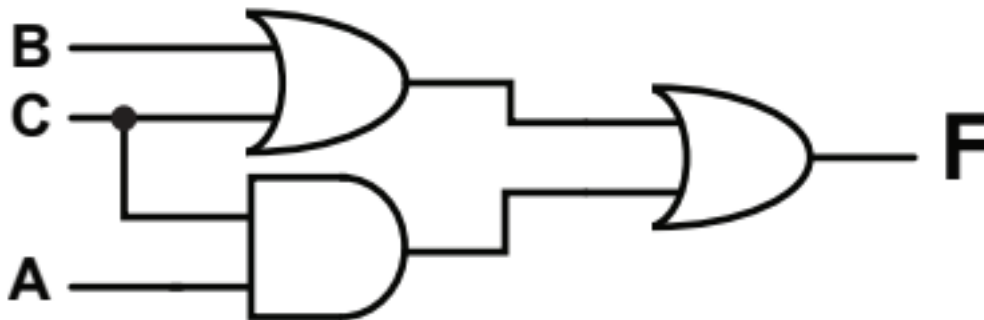
Introduksjon til datateknologi er et obligatorisk førsteårsemne for alle informatikkstudenter ved Universitetet i Oslo. For å kvalifisere seg til den avsluttende eksamen må studentene bestå tre arbeidskrav.

Det aktuelle arbeidskravet i studiet omhandler maskinvare og består av tre deler. Første del innebærer analyse og vurdering av tidligere eksamensoppgaver med hensyn til kvalitet, relevans og samsvar med emnets læringsmål. Studentene skal også utarbeide en utvidet fasit med forklaringer og begrunnelser.

	Sant	Usant	Blankt
a) Man kan ha to enere i mente ut av en-bits full-adder	39%	45%	16%
b) Det er mer effektivt å bruke RAM enn Cache	53%	24%	23%
c) Det er mulig å dele en instruksjon i flere enn fire subinstruksjoner	31%	46%	23%

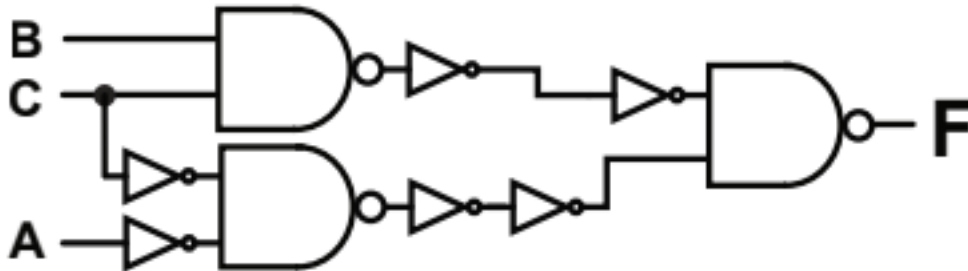
Tabell 1. Eksempel på del 1 av det aktuelle arbeidskravet

I andre del analyserer studentene en krets, dokumenterer dens funksjonalitet og forklarer prosessen bak løsningen, med vekt på sannhetsverditabeller, funksjonsuttrykk og andre relevante verktøy.



Figur 1. Eksempel på en krets i del 2 av aktuelle arbeidskravet

Den tredje delen krever at studentene foreslår forbedringer av en krets og redegjør for forbedringsprosessen. Eksempel på en krets som skal forbedres:



Figur 2. Eksempel på en krets i del 3 av aktuelle arbeidskravet

Det ble gjennomført en analyse av innleveringene for del 2 og 3 av arbeidskravet for studentkullene høsten 2023 og 2024. Analysen tok utgangspunkt i lanseringen av ChatGPT-4o våren 2024, som introduserte funksjonalitet til bilde og fil innsending og forbedret tolkningskapasitet.

Overgangen fra ChatGPT-3.5 til 4o medførte også forbedringer i tolkning av funksjonsuttrykk og beregning av boolsk algebra, noe som ytterligere forsterket KI-brukens innvirkning på arbeidskravet.

Studentenes innleverte arbeidskrav ble vurdert individuelt med en poengskala fra -0,2 til 1,5 for hver del, basert på pre-definerte kriterier. I tillegg ble sannsynligheten for KI-bruk vurdert på en skala fra 1-3, hvor vurderingen tok hensyn til svarstruktur, bruk av egne tegninger/kretser og kjente feil assosiert med KI-genererte svar.

Det ble gjennomført en anonym spørreundersøkelse blant studenter fra høsten 2023 og 2024. Det ble presisert at svarene ikke ville påvirke karaktervurdering eller fuskesaker. Studentene oppga først hvilket semester de hadde tatt emnet og om de hadde brukt KI. De som svarte ja, spesifiserte hvilket verktøy de hadde benyttet, hvordan de anvendte det, og i hvilken grad de brukte KI innen emnets fire hovedtemaer. Studenter som svarte nei, ble spurt om årsaken til dette før undersøkelsen ble avsluttet for dem.

Videre ble de som hadde brukt KI, spurt om bruken i det aktuelle arbeidskravet, inkludert hvilket verktøy de anvendte, omfanget av bruken til KI. Til slutt vurderte alle

deltakerne hvorvidt KI hadde bidratt til deres læring, med begrunnelse for deres oppfatning.

Det ble gjennomført dybdeintervjuer med studenter fra høsten 2023 og 2024, basert på spørsmål fra spørreundersøkelsen med mulighet for oppfølgingsspørsmål. Formålet var å få en dypere forståelse av studentenes KI-bruk i emnet og faktorene som påvirket deres valg.

3 Resultat

Analysen av 529 innleveringer fra høsten 2023 viste begrenset KI-bruk. Hele 75 % av studentene fikk en vurdering på 1, som indikerer lav sannsynlighet for KI-bruk, mens kun 1,51 % fikk en vurdering 3, noe som tyder på at svært få benyttet KI.

Analysen av 281 innleveringer fra høsten 2024 viste en økning i KI-bruk sammenlignet med 2023. Andelen studenter med en vurdering på 1, sank fra 75 % i 2023 til 66 % i 2024. Samtidig økte andelen med en vurdering på 3 til 4,99 %, noe som tilsier at høy sannsynlighet for KI-bruk mer enn tredoblet.

Vurdering	2023	2024	økning
1	75.24%	66.55%	- 11.55
2	23.25%	28.46%	+ 22,41
3	1.51%	4.99%	+ 230,46
Total	100.00%	100.00%	

Tabell 2. Resultatene av sannsynligheten for KI bruk 2023 og 2024

Analysen viser en økning i antall feil, noe som kan skyldes studenters ukritiske bruk av KI-genererte svar. Sammenlignet med høsten 2023 har feilraten i både del 2 og del 3 av arbeidskravet doblet seg (Tabell 3 og Tabell 4), noe som indikerer at økt KI-bruk ikke nødvendigvis har forbedret læringsutbyttet for alle studenter.

Del 2	2023	2024
-0.5 - -0.1	9.07 %	18.15 %
0 - 0.4	27.98 %	16.2 %
0.5 – 0.9	42.34%	42.35 %
1 - 1.5	20.61 %	23.38 %
Total	100.00%	100.00%

Tabell 3. Resultatene av del 2 for 2023 og 2024

Del 3	2023	2024
-0.5 - -0.1	10.59%	18.50 %
0 - 0.4	13.42%	9.61 %
0.5 – 0.9	35.16%	37.37%
1 – 1.5	40.83%	34.52%
Total	100.00%	100.00%

Tabell 4. Resultatene av del 3 for 2023 og 2024

Totalt 52 studenter besvarte spørreskjemaet. Undersøkelsen viste en høyere forekomst av KI-bruk blant studentene høsten 2024. Den samlede andelen studenter som brukte KI for arbeidskravet økte fra 33 % i 2023 til 44.9 % i 2024, noe som tyder på en økende bruk av KI i emnet over tid. ChatGPT var det mest brukte KI-verktøyet, med enkelte studenter som også benyttet UiOGPT. Videre viste dataene at majoriteten av studentene som ikke brukte KI, var fra 2023-kullet. Intervjuene bekreftet funnene fra spørreundersøkelsen, hvor det fremkom at KI-bruken var lav blant studentene høsten 2023, men betydelig høyere i 2024.

Bruk av KI til arbeidskravet	2023	2024
Ja	33.3 %	42.9 %
Nei	67.7 %	57.1 %
Total	100.00%	100.00%

Tabell 5. Resultatene hvor mange studenter som brukte KI for arbeidskravet.

Bruk av KI verktøy	2023	2024
Nei	28.6 %	12.5 %
Ja, ChatGPT	61.9 %	68.8 %
Ja, UiOGPT	47.6 %	34.4 %

Tabell 6. Resultatene hvor hvilke KI verktøy studenter bruker.

4 Diskusjon

Flertallet av studentene benytter ChatGPT som sitt primære KI-verktøy, til tross for at Universitetet i Oslo tilbyr UiOGPT, en løsning spesielt tilrettelagt for akademisk bruk. Dette reiser spørsmålet om hvorfor ChatGPT foretrekkes fremfor UiOGPT, til tross for at sistnevnte er utviklet for studentene. UiOGPT er laget for å ivareta studentenes personvern, samt sikrer at studentenes arbeid ikke blir brukt til trening av KI-modeller og data blir lagret på UiOs servere [5]. Det er bekymringsfullt at mange studenter ikke stiller seg kritiske til sin bruk av KI og i stedet velger kommersielle løsninger, som innebærer uklare vilkår for personvern. Dette understreker behovet for økt bevissthet rundt KI-verktøy i akademisk arbeid.

En mulig forklaring er begrensningene i UiOGPT, mangelen på støtte for opplasting av filer. Denne begrensningen gjør ChatGPT attraktivt, ettersom studentene kan laste opp kretsdiagrammer eller arbeidsoppgaver for å motta mer kontekstspesifikke svar.

En annen faktor kan være manglende opplæring i bruk av KI. Undersøkelser viser at to av tre studenter ikke har fått opplæring i hvordan de kan anvende KI-verktøy [2]. Dette kan føre til at mange ikke besitter den nødvendige kompetansen til å utnytte UiOGPTs funksjonalitet gunstig, noe som kan forklare en preferanse for ChatGPT, som tilbyr en mer omfattende brukerstøtte. Resultatene viser en nedgang i bruken av UiOGPT fra 2023 til 2024, noe som kan indikere en preferanse for ChatGPTs utvidede funksjonalitet for filopplasting. Dette kan tyde på latskap blant studenter der enkelte bruker KI til å utføre arbeidskravene i stedet for å løse dem selv. En slik praksis kan svekke studentenes egeninnsats og læringsprosess. En sentral utfordring ved denne utviklingen er at vurderingsgrunnlaget forskyves fra studentenes faktiske kompetanse til KI-verktøyets

ytelse. Dermed risikerer faglærere å evaluere KI fremfor studentenes individuelle ferdigheter og forståelse. Dette undergraver vurderingsformens hensikt og kan redusere kvaliteten på læringsutbyttet.

KI-verktøy blir stadig mer avanserte og i økende grad brukt i akademiske sammenhenger. Introduksjonen av GPT Vision har gjort KI mer relevant for det aktuelle arbeidskravet, ettersom verktøyet kan analysere og tolke kretsdiagrammer. Samtidig medfører denne utviklingen utfordringer, ettersom KI-verktøy er kjent for å generere feilaktige eller misvisende svar, ofte omtalt som "hallusinerings" [3]. Dersom studentene ukritisk aksepterer slike svar uten å evaluere dem kritisk, kan dette ha en negativ innvirkning både på kvaliteten av deres innleveringer og på deres reelle læringsutbytte. En mulig løsning er å gi opplæring i bruk av KI i undervisningen for å veilede studentene i hvordan KI-verktøy kan støtte kompetanse i hvert enkelt emnet. Studenter bør bli undervist i ansvarsfull KI. Dette inkluderer en bevisstgjøring om de etiske implikasjonene ved KI, skjevheter i treningsdata, risikoer knyttet til personvern, og viktigheten av å bruke KI som et supplement til menneskelig kompetanse snarere enn en erstatning [6]. Videre bør KI undervisningen omfatte prinsipper for transparent KI, der studentene lærer hvordan KI fungerer, dens begrensninger og konsekvensene av disse begrensningene [6]. Dette vil bidra til en bedre forståelse av fenomenet KI-hallusinasjoner og hvordan man kan identifisere og håndtere feilaktig genererte svar [6]. For å sikre en praktisk bruk av KI-verktøy i akademiske sammenhenger, bør undervisningen også inkludere opplæring i hvordan studenter kan formulere effektive prompts i UiOGPT tilpasset fagspesifikke problemstillinger. Studenter som får opplæring i ansvarlig og transparent KI-bruk, samt hvordan de effektivt kan strukturere forespørsler til KI-verktøy, vil i større grad bruke teknologien til å styrke sin faglige forståelse [6]. Dette støttes av intervjuer med studenter, hvor flere har påpekt at de benytter KI til å få forklaringer på begreper og teorier tilpasset deres egen forståelse, fremfor de generelle forklaringene som gis i forelesninger. Dersom studentene fikk grundigere opplæring i KI-verktøy som fremmer læring, kunne flere benytte UiOGPT. Samtidig må det anerkjennes at enkelte studenter primært bruker ChatGPT for å oppnå bestått på obligatoriske oppgaver, snarere enn for å styrke sin faglige forståelse.

Et sentralt spørsmål er hvordan man på en pålitelig måte kan vurdere om studentene faktisk har tilegnet seg den nødvendige kunnskapen gjennom et arbeidskrav. En mulig løsning er å implementere hverandre-vurdering i tillegg til arbeidskravet, hvor studentene etter hvert arbeidskrav tildeles en tilfeldig medstudent de skal stille forhåndsente spørsmål fra faglærer om hvordan de har løst arbeidskravet. Denne tilnærmingen har en todelt hensikt: For det første tvinges studentene til å reflektere over eget arbeid og begrunne sine valg og resonnementer. For det andre fungerer metoden som en kvalitetssikring ved å avdekke eventuell KI-generert innhold, slik at man kan skille mellom reell forståelse og ren reproduksjon av KI. Videre kan en slik vurderingsform fremme en mer aktiv læringsprosess, der studentene utvikler kritisk tenkning, dypere læring og metakognitive ferdigheter [4]. Denne tilnærmingen setter prinsippet om ansvarlig KI-bruk ut i praksis akademiske vurderinger. Hverandre-vurdering gir studentene et økt ansvar for egen læring ved å kreve at de demonstrerer forståelse av arbeidskravets innhold. For å bestå vurderingen må studentene ikke bare ha tilegnet seg kompetansen, men også kunne forklare sitt arbeid til en medstudent som stiller ukjente spørsmål. Denne metoden bidrar til at KI brukes som et støtteverktøy snarere enn en

erstatning for egen forståelse. Ettersom studentene må redegjøre for sitt arbeid uten tilgang til KI, oppmuntres de til en mer kritisk og bevisst bruk av teknologien.

Denne vurderingsformen kan bidra til å sikre at studentene tilegner seg nødvendig kompetanse som kreves for å gjøre arbeidskravet. Likevel har metoden utfordringer, blant annet studenters motvilje til å gi ærlige tilbakemeldinger grunnet sosiale hensyn eller bekymring for gjengjeldelse [4]. I tillegg kan begrenset fagkunnskap blant studentene påvirke påliteligheten av vurderingene [4]. Det er derfor avgjørende å implementere denne metoden på en måte som både fremmer læring og sikrer en rettferdig vurderingsprosess.

Referanser

- [1] «7 av 10 unge bruker KI – SSB». Åpnet: 13. februar 2025. [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.ssb.no/teknologi-og-innovasjon/informasjons-og-kommunikasjonsteknologi-ikt/statistikk/bruk-av-ikt-i-husholdningene/artikler/7-av-10-unge-bruker-ki>
- [2] I. F. Bjaaland, M. M. Nilsen, og M. S. Hauge, «Tittel Studiebarometeret 2024 – Hovedtendenser», 2024.
- [3] OpenAI *mfl.*, «GPT-4 Technical Report», 4. mars 2024, *arXiv*: arXiv:2303.08774. doi: 10.48550/arXiv.2303.08774.
- [4] O. Mirmotahari og Y. Berg, «Trenger vi læringsassistenter? Hvordan kan hverandre-vurdering og/eller egen-vurdering gi god læringsutbytte.», *Nor. IKT-Konf. Forsk. Og Utdanning*, nr. 4, Art. nr. 4, nov. 2024, doi: 10.5324/nikt.6234.
- [5] «Personvernerklæring for GPT UiO - Universitetet i Oslo». Åpnet: 14. februar 2025. [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.uio.no/tjenester/it/ki/gpt-uio/personvern/personvernerklæring-for-GPT-UiO.html>
- [6] N. Hashmi og A. S. Bal, «Generative AI in higher education and beyond», *Bus. Horiz.*, bd. 67, nr. 5, s. 607–614, sep. 2024, doi: 10.1016/j.bushor.2024.05.005.

Presentasjon

Miljøparadokset i kunstig intelligens: En balansegang mellom teknologisk fremskritt og bærekraft

Omid Mirmotahari¹, Andrea Gasparini^{2,3}, Maja van Der Velden^{1,3},
Anja Røyne^{4,5} og Tatsiana Komissarova⁶

¹ Institutt for Informatikk, Universitetet i Oslo

² Universitetsbiblioteket, Universitetet i Oslo

³ Sustainability Lab, Universitetet i Oslo

⁴ Fysisk institutt, Universitetet i Oslo

⁵ KURT, Universitetet i Oslo

⁶ LINK, Universitetet i Oslo

Sammendrag: I takt med at kunstig intelligens (KI) og andre avanserte teknologier revolusjonerer vårt samfunn, vokser bekymringen for deres miljøpåvirkning. Dette posisjonsdokumentet undersøker det paradoksale forholdet mellom teknologisk utvikling og miljømessig bærekraft, med særlig fokus på ressursbruk og energiforbruk. Vi drøfter hvordan utviklingen av stadig mer kraftfulle systemer står i konflikt med bærekraftsmål, og utforsker potensielle løsninger for å balansere teknologisk fremskritt med miljøansvar. Særlig vektlegger vi betydningen av å integrere bærekraftsperspektiver og digital kompetanse i STEM-utdanning for å forberede fremtidens forskere, designere, ingeniører og beslutningstakere på tvers av naturvitenskap, teknologi, ingeniørfag og matematikk..

Nøkkelord:

Bærekraft, Informatikk, STEAM

1 Introduksjon og historisk perspektiv

Utviklingen av digital teknologi har historisk sett vært drevet av en kontinuerlig streben etter miniatyrisering og økt ytelse, eksemplifisert gjennom Moores lov i halvlederindustrien. Denne utviklingen har ført til stadig mindre og mer effektive transistorer, som har gjort at digitale prosesser i seg selv har blitt mindre energi- og materialkrevende. Samtidig har de stadig lavere kostnadene gjort teknologien tilgjengelig for stadig flere anvendelser, slik at økt effektivitet ikke har resultert i en lavere samlet ressursbruk. Siden klima- og miljøpåvirkningen fra produksjon og bruk av digitale systemer avhenger av den totale bruken, og ikke av effektiviteten i hver enkelt komponent, har denne rebound-effekten langt på vei opphevet de mulige bærekraftsgevinstene en kunne ha fått fra mer effektive og optimaliserte systemer.

I dag ser vi at utviklingen innen kunstig intelligens og store språkmodeller forsterker denne tendensen, der de potensielle gevinstene fra større modeller og mer treningsdata overskygger mulighetene for effektivisering og optimalisering av eksisterende arkitektur. Spørsmålet om tilstrekkelighet, hvor stor regnekraft eller ressursbruk som faktisk er nødvendig i ulike anvendelser, blir ofte ikke adressert.

Nylige utviklinger, som DeepSeek-modellen, viser imidlertid at betydelige fremskritt kan oppnås gjennom optimalisering og effektiv ressursutnyttelse, selv med "eldre" maskinvare. Dette demonstrerer viktigheten av å balansere innovasjon med effektivisering, og optimalisering med tilstrekkelighet. Effektivisering, optimalisering, og tilstrekkelighet er lærdom som må integreres i moderne STEM-utdanning.

2 Teknologiutviklingens miljøutfordringer

Den raske utviklingen av KI-teknologier og andre avanserte systemer medfører betydelige miljøkostnader som ofte overses i den teknologiske diskursen. Infrastrukturen som kreves for å drive moderne teknologiske systemer, fra datasentre til forskningslaboratorier, konsumerer enorme mengder energi og ressurser. Dette skaper en fundamental spenning mellom teknologisk fremskritt og miljømessig bærekraft som må adresseres på tvers av alle STEM-disipliner.

Moderne teknologiske systemer krever omfattende infrastruktur, inkludert spesialiserte prosesseringsenheter, avansert laboratorieutstyr og komplekse kjølesystemer. Der tidligere elektroniske komponenter kunne produseres med et begrenset antall mineraler, krever dagens avanserte elektronikk over 50 forskjellige grunnstoffer, inkludert sjeldne jordmetaller og såkalte konfliktmineraler. Utvinningen av disse materialene har ofte katastrofale miljøkonsekvenser og er ikke sjelden forbundet med alvorlige brudd på menneskerettigheter og etiske prinsipper. Denne utviklingen representerer ikke bare en teknisk utfordring, men også et betydelig etisk og moralsk dilemma for STEM-feltene. Infrastrukturen forbruker ikke bare betydelig energi under drift, men den økende kompleksiteten i materialbehovet skaper også en eskalerende miljø- og samfunnsmessig belastning gjennom hele verdikjeden. For eksempel kan trening av en enkelt stor språkmodell eller gjennomføring av omfattende vitenskapelige simuleringer generere betydelige karbonavtrykk. Dette illustrerer tydelig

behovet for en mer bærekraftig tilnærming til teknologisk og vitenskapelig utvikling på tvers av alle STEM-felt.

3 STEM-utdanningens roller i bærekraftig utvikling

For å møte disse utfordringene må høyere utdanning innen STEM-fagene ta en aktiv rolle i å forme fremtidens forskere, ingeniører og beslutningstakere. Dette innebærer en fundamental re-tenkning av hvordan vi underviser naturvitenskap, teknologi, ingeniørfag og matematikk. Der tradisjonell STEM-utdanning ofte har fokusert primært på teknisk ekspertise og vitenskapelig metodikk, må moderne utdanningsprogrammer integrere bærekraftsperspektiver som en kjerneverdi i all forsknings- og utviklingsaktivitet.

En helhetlig tilnærming til STEM-utdanning må omfatte både grunnleggende forståelse av miljøpåvirkning og praktisk kompetanse i bærekraftig utvikling og innovasjon. Studentene må utvikle en dyp forståelse for ressursbruk og miljøkonsekvenser innen sine respektive felt, samtidig som de tilegner seg ferdigheter i effektiv og bærekraftig problemløsning (van der Velden 2021). Dette gjelder enten de arbeider med programvareutvikling, design av teknologi, materialvitenskap, bioteknologi eller andre STEM-disipliner. De åtte bærekraftskompetanser, formulert i UNESCOs Education for the Sustainable Development Goals, er en passende guide til å begynne med (Rieckmann, M. 2017).

En sentral lærdom fra teknologihistorien er betydningen av optimalisering og effektiv ressursutnyttelse. I stedet for konstant å søke nye og mer ressurskrevende løsninger, må vi lære studentene å verdsette og mestre optimalisering av eksisterende systemer og teknologier. Dette innebærer å utvikle en dyp forståelse for hvordan eksisterende ressurser kan utnyttes mer effektivt, samt evnen til å identifisere og eliminere sløsing i teknologiske og vitenskapelige prosesser. DeepSeek-eksempelet fra KI-feltet demonstrerer hvordan kreativ optimalisering kan gi betydelige fremskritt uten tilsvarende økning i ressursbruk.

På den annen siden har innovative tilnærminger til eksisterende teknologier og metoder i STEM-felt, spesielt innen digitalisering og energi, ofte resultert i økt vekst eller i lavere ressursgevinster enn forventet (Lange S. 2022). Denne såkalte rebound-effekten er et resultat av økt ressursforbruk på grunn av billigere produksjon og bruk. Optimalisering og økt effektivitet må kombineres med strategier og metoder for bærekraftig forbruk, som tilstrekkelighet eller innovasjon uten vekst.

Digital kompetanse må redefineres til å omfatte ikke bare teknisk kunnskap, men også en grundig forståelse for teknologiens miljøpåvirkning på tvers av alle STEM-felt. Dette innebærer evnen til kritisk vurdering av metodikk og teknologivalg, samt kompetanse i å måle og evaluere miljøpåvirkning i praktisk forsknings- og utviklingsarbeid. Særlig viktig blir vurderingen av tilstrekkelighet: hvordan den beste teknologien kan tas i bruk for å løse problemer uten at det gir et unødig overforbruk av ressurser og materialer.

4 Bærekraftsparadokset i moderne STEM-praksis

Vi står overfor et fundamentalt paradoks i moderne STEM-praksis, hvor ønsket om vitenskapelig og teknologisk fremskritt ofte kommer i konflikt med bærekraftshensyn. Større eksperimenter, mer omfattende dataanalyse og kraftigere teknologiske systemer kan gi bedre resultater, men dette kommer med en tilsvarende økning i ressursbruk og miljøpåvirkning. Dette paradokset skaper særlige utfordringer i utdanningssammenheng, der balansen mellom vitenskapelig ambisjon og bærekraftshensyn må håndteres på en meningsfull måte.

Utviklingen av nødvendig kompetanse for fremtiden krever at utdanningsinstitusjonene skaper læringsmiljøer som fremmer bærekraftig innovasjon på tvers av alle STEM-disipliner. Dette innebærer utvikling av vurderingsmetoder som effektivt balanserer faglig ekspertise med bærekraftshensyn, samt etablering av sterke partnerskap med industri og forskningsinstitusjoner for å gi studentene praktisk erfaring med reelle problemstillinger.

5 Diskusjonspunkter for videre utforskning

For å drive utviklingen i en bærekraftig retning, må STEM-utdanningen adressere flere sentrale spørsmål:

Hvordan kan vi effektivt integrere bærekraftsperspektiver i ulike fagdisipliner?
Hvordan kan vi fremme en kultur for tilstrekkelighet og effektiv ressursutnyttelse?
Hvordan kan vi gi studentene våre faglige verktøy til å vurdere spørsmål om ressursbruk, miljøpåvirkning og tilstrekkelighet?
Hvordan kan vi sikre at optimalisering og effektivisering ikke resulterer i økt ressursbruk?

Som en av mulige tilnærminger for å integrere bærekraftsperspektiver i undervisningen ønsker vi å teste STEAM, der A står for Art and Design (Boy, 2013; Piro 2010; Madden et al. 2013). STEAM er en tilnærming som tillater å takle komplekse problemer mer effektivt gjennom kreativitet og designmessige måter å tenke og handle på.

Som nevnt vil dagens komplekse problemer samfunnet har, kun bli løst hvis en inkluderer en helhetlig forståelse av problemområdet, og Art og Design kan bevisstgjøre studentene om alle bias de forskjellige fag i STEM kan ha når en adresserer bærekraft krisen.

6 Konklusjon

Miljøpåvirkningen av moderne STEM-praksis representerer en kritisk utfordring som krever en fundamental endring i hvordan vi utdanner fremtidens forskere og ingeniører. Ved å integrere bærekraftsperspektiver og fremme en kultur for tilstrekkelighet og

effektiv ressursutnyttelse, kan vi utvikle fagfolk som er rustet til å møte fremtidens vitenskapelige og teknologiske utfordringer på en bærekraftig måte. Dette krever en koordinert innsats fra utdanningsinstitusjoner, forskere, industri og politiske beslutningstakere på tvers av alle STEM-felt.

Referanser

- Boy, Guy A. 2013. "From STEM to STEAM: Toward a Human-Centred Education, Creativity & Learning Thinking." In *Proceedings of the 31st European Conference on Cognitive Ergonomics, ECCE '13*, New York, NY, USA: ACM, 3:1-3:7. doi:10.1145/2501907.2501934.
- Madden, Margaret E., Marsha Baxter, Heather Beauchamp, Kimberley Bouchard, Derek Habermas, Mark Huff, Brian Ladd, Jill Pearson, and Gordon Plague. 2013. "Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum." *Procedia Computer Science* 20: 541–46. doi:10.1016/j.procs.2013.09.316.
- Piro, Joseph. 2010. "Going from STEM to STEAM. The Arts Have a Role in America's Future Too." *Education Week* 29(24): 28–30.
- van der Velden, M., Gjelsten, B. K. ., & Jensen , S. M. . (2021). Sustainability Competence in Computer Science Education. *Nordic Journal of STEM Education*, 5(1). <https://doi.org/10.5324/njsteme.v5i1.3953>
- Rieckmann, M., Mindt, L., & Gardiner, S. (2017). Education for Sustainable Development Goals: Learning objectives (p. 67). UNESCO.
- Lange, S., & Berner, A. (2022). The growth rebound effect: A theoretical–empirical investigation into the relation between rebound effects and economic growth. *Journal of Cleaner Production*, 371, 133158. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133158>

Presentasjon

Utvikling av en kontekstuell og kunnskapsbasert modell for læringsdesign

Anja Møgelvang¹ og Robert Isaksen¹

¹ Avdeling for utvikling av læring og undervisning, Høgskulen på Vestlandet, Norge

Sammendrag: Læringsdesign kan forbedre kvaliteten på utdanning og kan være spesielt nyttig i studieløp i høyere utdanning som står overfor utfordringer med fullføring og/eller læringsutbytte, slik tilfellet er i visse MNT-disipliner. Design av studieprogrammer, emner og sågar læringsøker krever imidlertid en meget bevisst tilnærming. Først og fremst må vi ha en klar forståelse av mål og mening med læringsdesignet. I tillegg må vi sikre at det følger ulike retningslinjer, at det er samsvar mellom de ulike elementene i designet, og at arbeidet er forankret både innenfor og utenfor institusjonen. I dette konferansebidraget presenterer vi en modell for læringsdesign, utviklet ved Høgskulen på Vestlandet (HVL). Modellen, som tar utgangspunkt i kontekst, kunnskap og samskaping, kan fungere som et godt verktøy for å sikre en helhetlig tilnærming til læringsdesign av studieprogrammer, emner og læringsøker i høyere utdanning.

Nøkkelord:

Læringsdesign, Modellutvikling, Baklengs planlegging, Meningsskapende samsvar, Den didaktiske relasjonsmodellen

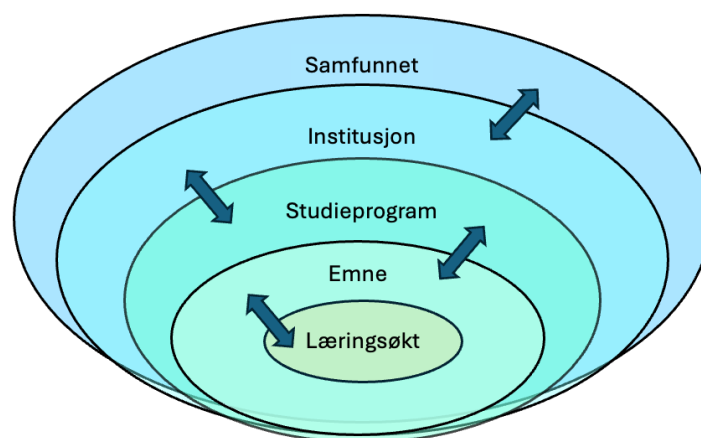
1 Introduksjon

Globale utfordringer må adresseres med høy kompetanse. For å utvikle en slik kompetanse er det avgjørende at høyere utdanning tilbyr oppdaterte og relevante utdanninger som fasiliterer gjennomføring og læring (Kunnskapsdepartementet, 2017a, forsiden). Det er bred enighet om at de matematiske, naturvitenskapelige og teknologiske (MNT) kompetansene spiller en viktig rolle her, men MNT-disiplinene har lenge hatt sine egne utfordringer når det gjelder rekruttering, gjennomføring og læringsutbytte (Møgelvang, 2023). Med det nye finansieringssystemet for høyere utdanning som i mye større grad vektlegger studiepoengproduksjon og fullføring av studieprogram (Kunnskapsdepartementet, 2024), blir det om mulig mer presserende å identifisere og implementere tiltak for økt læring og gjennomføring.

Et tiltak som kan styrke læring (Schneider & Preckel, 2017), engasjement og gjennomføring (Bowles & Bindle, 2017) er læringsdesign, og i dette konferansebidraget vil vi gjøre rede for hvordan vi på Høgskulen på Vestlandet (HVL) utviklet en modell for læringsdesign. Formålet var å skape et nyttig og helhetlig verktøy gjennom å utvikle en kontekstuell og kunnskapsbasert modell for læringsdesign. Selv om modellen er tenkt som et verktøy i norsk høyere utdanning generelt, kan modellen fungere som en god støtte for studieforløp som har særskilte utfordringer med læringsutbytte og gjennomføring – slik en rekke MNT-disipliner har.

1.1 Læringsdesign

Læringsdesign innebærer å starte med en tydelig avklaring av læringsmålene, for deretter å tenke på hvordan vi skal oppnå målene og kunne vurdere om målene er oppnådd. Vi forstår læringsdesign som et samlebegrep som, lik Bronfenbrenner sine utviklingsøkologiske systemer (2005), kan tenkes å omfatte ulike nivå av design av læring - fra den enkelte læringsøkten (mikronivå), det enkelte emnet (mesonivå), studieprogrammet som emnet tilhører (eksonivå), institusjonen som tilbyr studieprogrammet (utvidet eksonivå) til institusjonen sin plass i samfunnet (makronivå), se Figur 1.



Figur 1. Samspill mellom ulike nivåer av læringsdesign i høyere utdanning (adaptert fra Bronfenbrenner, 2005).

For å sikre seg at disse ulike nivåene blir komponenter i et helhetlig system, bør de inngå i et kontinuerlig samspill og da kan det være nyttig å tilnærme seg læringsdesign gjennom baklengs planlegging (Wiggins & McTighe, 2005). Om vi tar utgangspunkt i Figur 1, betyr en baklengs tilnærming at man starter med å reflektere rundt makronivået, altså samfunnet. Hva er det ønskelig at våre studenter skal kunne for å bli samfunnsborgere som klarer seg bra i livet og i jobbsammenheng etter endt utdanning? Hvilke samfunnsbehov bør kompetansen deres dekke - og hvorfor og hvordan er institusjonen, studieprogrammet, emnet og læringsøktene viktige i denne sammenhengen?

1.1.1 Kontekst og kunnskap i læringsdesign

Når vi skal designe læring i høyere utdanning, må vi ta utgangspunkt i konteksten der læringen skal finne sted og kunnskap om hvordan man kan designe for læring.

Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk for livslang læring (NKR) er et verktøy som skal samle norske kvalifikasjoner i ett felles rammeverk og øke utdanningskvaliteten gjennom å sette læringsutbytte i sentrum (NOKUT, u. å.). Slik sett kan læringsutbytte fungere som et nyttig verktøy for å møte og kartlegge samfunnets behov for kompetanse. Når ønsket læringsutbytte i studieprogrammer og emner er identifisert, operasjonaliseres disse gjennom læringsutbyttebeskrivelser av kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse. For å sikre en trinnvis læringsprosess og god overensstemmelse, må studietilbudet ta utgangspunkt i den mest utbredte modellen for læringsdesign, meningsskapende samsvar (Kunnskapsdepartementet, 2017b, § 2-2.5).

Meningsskapende samsvar eller *samstemt undervisning*, på engelsk *constructive alignment*, er et prinsipp innen design av læring som vektlegger at det til enhver tid skal være samsvar mellom læringsutbytte, vurdering og læringsaktiviteter (Biggs, 2014). Av den grunn blir meningsskapende samsvar kanskje først og fremst koblet til emnedesign og de enkelte læringsøktene, men det bør også være meningsskapende samsvar mellom emnene i et studieprogram og i de overordnede læringsutbyttene for programmet.

Prinsippet om meningsskapende samsvar har imidlertid blitt kritisert for å være forsimpelende og for å ikke ta ikke tilstrekkelig hensyn til ulike kontekster (Andersen, 2010). En anerkjent modell for læringsdesign som er kjent for å være forankret i kontekst er *den didaktiske relasjonsmodellen* (Bjørndal & Lieberg, 1978). Ikke bare er denne modellen utviklet i den norske konteksten, den understreker i tillegg viktigheten av dynamikken og spillet mellom seks elementer i tilrettelegging for læring: Mål, innhold, vurdering, arbeidsmåter, elev- og lærerforutsetninger samt rammefaktorer.

Med utgangspunkt i ovenstående betraktninger, formulerte vi derfor følgende utviklingsspørsmål: Hvordan kan man utvikle en kontekstuell og kunnskapsbasert modell for læringsdesign i norsk høyere utdanning?

2 Utvikling av en modell for læringsdesign

Et mål for utviklingen av modellen var at både modellen som prosess og produkt måtte forankres i kontekstuelle og kunnskapsbaserte forhold, som omtalt i introduksjonen. På grunn av kravene beskrevet i Studietilsynsforskriften (Kunnskapsdepartementet, 2017b,

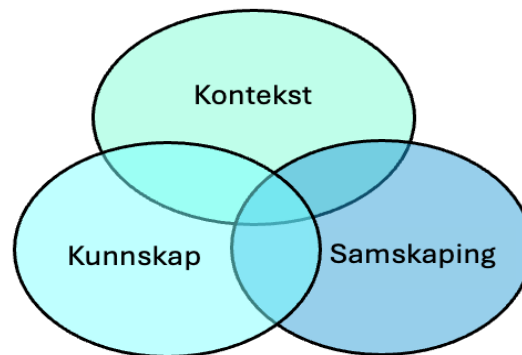
§ 2-2.5) tok vårt arbeid med modellen og modellen i seg selv først og fremst avsnitt i Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk for livslang læring (NKR) og meningsskapende samsvar. Heretter ble det fort klart for oss at dersom modellen i sannhet skulle være forankret i både kontekst og kunnskap, måtte vi gå i dialog med diverse berørte aktører. Derfor diskuterte vi modellen med prorektor for utdanning, prodekaner for utdanning, avdelingsledere innenfor utdanning, utdanningsutvalget der studentene engasjerte seg, vitenskapelig ansatte fra alle fakultet som deltok på universitetspedagogiske moduler, samt andre universitetspedagoger på egen institusjon og kollegaer fra andre institusjoner. Gjennom disse dialogene samt mye egenrefleksjon kom vi frem til at arbeidet og modellen både måtte baseres på både mer lokale – og globale - forhold. Høgskulen på Vestlandet (HVL) består av fem regionale campuser som hver har sin individuelle profil når det gjelder studietilbud og dermed også studentforutsetninger, kollegialt fellesskap og rammevilkår. Samtidig eksisterer HVL ikke i et regionalt vakuum, men skal utdanne og danne sine studenter slik at de kan navigere i en stadig mer globalisert verden.

Disse kontekstuelle betraktninger ble avgjørende for vårt videre arbeid med kunnskapsgrunnlaget for modellen, og vi skapte en syntese av følgende modeller for læringsdesign: meningsskapende samsvar som forskriften krever, baklengs planlegging som overordnet prinsipp og den didaktiske relasjonsmodellen (Bjørndal & Lieberg, 1978). Fra sistnevnte adapterte vi elementene «student- og lærerforutsetninger» og «rammefaktorer» som på mange måter tilsvarte de lokale forhold som måtte tas i betraktning i vårt arbeid med læringsdesign. For å understreke hvor viktig det er med en kollegial tilnærming til læringsdesign, endret vi «lærer» i den didaktiske relasjonsmodell til «fagfellesskap» i vår modell. Videre fjernet vi «innhold» fordi innhold inngår i den sammenhengen som eksisterer mellom læringsutbyttebeskrivelser og læringsaktiviteter. Vi la også til rekkefølge på student, fagfellesskap og rammevilkår ved hjelp av prinsippet om baklengs planlegging. Sist, men ikke minst la vi til en «omverden» i modellen for å synliggjøre hvor viktig det er å posisjonere arbeidet med læringsdesign i samfunnet vårt (Figur 1).

At dialog med diverse aktører ble så avgjørende for vårt arbeid med å utvikle modellen, illustrerte hvor viktig presis denne tredje dimensjonen er i læringsdesign. Ikke bare i utviklingen av en modell for læringsdesign men også i selve arbeidet med læringsdesign i høyere utdanning. Nettopp fordi læringsdesign avhenger av diverse samspill og ikke minst samsvar både mellom og internt i studieprogrammer og emner, vil det være viktig å forankre arbeidet i et kollegialt fellesskap. Det er gjerne naturlig å tenke at kollegiale fellesskap i denne sammenhengen består av med-undervisere i et emne, andre emneansvarlige i et studieprogram, studieprogramkoordinatorer og ledere ved UH-institusjonen, men det kan også være hensiktsmessig å inkludere representanter fra eksempelvis arbeidslivet eller praksisfeltet. Studentene bør selvsagt også inkluderes i arbeidet med å designe eller re-designe emner og studieprogrammer. Deres erfaringer og perspektiver er svært verdifulle i et slik arbeid. Når undervisere og studenter går sammen om å utvikle og fasilitere læring, kalles det *samskaping*, på engelsk *co-creation* (Bovill & Bulley, 2011). Samskaping kan øke motivasjon, eierskap og meningsfullhet for alle som er involvert.

I vårt arbeid med utvikling av modellen, erfarte vi at prosessen med læringsdesign er iterativ og består av tre deler – kontekst, kunnskap og samskaping – som er avhengige av

hverandre og som gjennom innbyrdes interaksjon forhandler frem læringsdesignet (Figur 2).

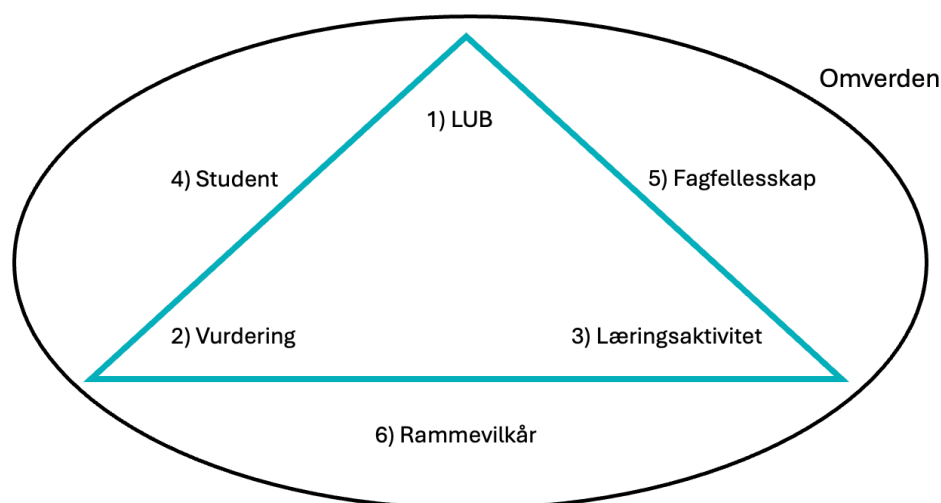


Figur 2. Den iterative prosessen med utvikling av læringsdesign i høyere utdanning.

3 Presentasjon og diskusjon av en modell for læringsdesign

Formålet med dette konferansebidraget var å presentere en kontekstuell og kunnskapsbasert modell for læringsdesign i høyere utdanning. Ved hjelp av samskapende prosesser med utgangspunkt i policy dokument, en global, nasjonal og lokal kontekst samt baklengs planlegging, meningsskapende samsvar og den didaktiske relasjonsmodell, ble resultatet en modell som vi valgte å kalle «HVL læringsdesign – kunnskapsbasert i alle ledd» (Figur 3).

HVL læringsdesign – kunnskapsbasert i alle ledd



Figur 3. Modellen for læringsdesign ved HVL.

Som illustrert i figur 3, er vår modell for læringsdesign situert i en omverden som vi er nødt til å ta i betraktning når vi setter i gang en design- eller redesignprosess. På den ene siden må vi reflektere over hvilke samfunnsbehov våre studenter skal møte og på den andre siden hvilket læringsutbytte våre studenter må stå igjen med etter endt utdanning for å kunne møte disse behovene. Når denne visjonen står klart for oss, kan vi begynne den egentlige prosessen med læringsdesign.

Som illustrert i modellen gjennom nummerering, må denne prosessen i tråd med baklengs planlegging og meningsskapende samsvar starte med læringsutbyttebeskrivelsene (LUB-ene). Også internt i arbeidet med LUB-ene kan det være lurt å jobbe baklengs gjennom først å definere hvilken generell kompetanse studentene våre skal ha – i videre studier, i arbeidslivet eller som samfunnsborgere. Deretter må man spørre seg hvilke ferdigheter studentene trenger for å kunne ivareta denne kompetansen og sist, hvilke kunnskaper må ligge i bunn for å kunne utøve disse ferdighetene? (Høyskolen Kristiania, u. å). Videre bør LUB-ene bestå av tre deler: verb, substantivfrase og kontekst (Universitetet i Bergen, u. å). Fordi LUB-er må klassifiseres i ulike nivåer, rangert fra enklere til mer komplekse kunnskaper og ferdigheter, må vi ha et bevisst forhold til hvilke verb vi benytter. Her kan den reviderte versjonen (Anderson & Krathwohl, 2001) av Bloom sin taksonomi fungere som et godt verktøy.

Neste steg i modellen er vurdering. Når vi skal bestemme oss for vurderingsform(er) må vi ta utgangspunkt i LUB-ene og sikre oss at vurderingsformen(e) er godt egnet til å vurdere LUB-ene. Det samme gjelder for det tredje punktet i modellen, læringsaktiviteter. Når vi velger ut læringsaktiviteter for studentene våre må vi sikre oss at disse støtter opp om LUB-ene. Eksempelvis vil rene forelesninger ikke støtte studentene våre i sin vei mot læringsutbyttet dersom LUB-ene krever at studentene må utvikle samarbeidsferdigheter og kritisk tenkning. Videre må læringsaktivitetene også reflektere vurderingsformen(e). Hvis vi tar det samme eksempelet på nytt, så vil rene forelesninger ikke forberede studentene på en praktisk eksamen. Altså må det være samsvar mellom LUB, vurdering og læringsaktivitet. Til sammen utgjør LUB, vurdering og læringsaktivitet elementene i meningsskapende samsvar (Biggs, 2014) og elementene som danner grunnlaget for produktet av læringsdesignet som skal skrives inn i studieprogram- og emneplanene. Derfor er de plassert inne i trekanten.

Utenfor trekanten finner vi de tre elementene som er adaptert fra den didaktiske relasjonsmodellen (Bjørndal & Lieberg, 1978). Her tenker vi at studenten er særlig viktig og derfor er hen oppført som den første av disse tre. Om vi bryr oss om hvem studentene våre er og hvordan de lærer, må arbeidet med å designe studieprogrammer, emner og læringsøkter også nødvendigvis tilgodese studentenes forutsetninger og perspektiver. Videre må det kollegiale fagfellesskap tas i betraktning. Hva er våre felles styrker, vårt nettverk og våre visjoner? Og hvordan kan vi fellesskap sikre en kontinuerlig og systematisk utvikling av våre læringsdesign? Sist, men ikke minst vil også rammevilkår alltid delvis råde når vi skal designe for læring. Rammevilkår kan i denne sammenhengen rangere bredt - fra ressurser, fysiske fasiliteter, digitale programvarer til diverse føringer. Til sammen vil elementene utenfor trekanten, altså student, fagfellesskap og rammevilkår, sikre en mer kontekstuell innramming av læringsdesignet innenfor trekanten og derigjennom støtte prosessen med læringsdesign.

Samlet sett vil modellen kunne legge til rette for en helhetlig tilnærming til læringsdesign der både kontekst, kunnskap og samskaping står sentralt.

4 Konklusjon

Læringsdesign kan være den viktigste faktoren for å øke utdanningskvaliteten i høyere utdanning og kan være et særskilt godt tiltak i studieforløp som har utfordringer med gjennomføring og læringsutbytte slik som eksempelvis enkelte MNT-disipliner har. Vår modell for læringsdesign, som er forankret i kontekst, kunnskap og samskaping kan fungere som et verktøy som sikrer en helhetlig tilnærming til læringsdesign, både som prosess og produkt.

Takk til

Ledere, kollegaer og studenter ved og utenfor HVL som alle har bidratt på verdifulle måter til utviklingen av modellen.

Referanser

- Andersen, H. L. (2010). «Constructive alignment» og risikoen for en forsimpelende universitetspædagogik. *Dansk universitetspædagogisk tidsskrift*, 5(9), 30–35.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A Taxonomy for learning, teaching, and assessing : a revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Biggs, J. (2014). Constructive alignment in university teaching. *HERDSA Review of Higher Education*, 1, 5-22.
- Bjørndal, B. & Lieberg, S. (1978). *Nye veier i didaktikken? En innføring i didaktiske emner og begreper*. Aschehoug.
- Bovill, C., and C.J. Bulley. 2011. A model of active student participation in curriculum design: Exploring desirability and possibility. Pp. 176–188 in *Improving Student Learning (ISL) 18: Global Theories and Local Practices: Institutional, Disciplinary and Cultural Variations*. C. Rust, ed., The Oxford Centre for Staff and Educational Development, Oxford.
- Bowles, T. V., & Brindle, K. A. (2017). Identifying facilitating factors and barriers to improving student retention rates in tertiary teaching courses: a systematic review. *Higher Education Research & Development*, 36(5), 903–919. <https://doi.org/10.1080/07294360.2016.1264927>
- Bronfenbrenner, U. (2005). *Making human beings human. Bioecological perspectives on human development*. Sage Publications.
- Høyskolen Kristiania. (u. å.). LUB-skolen. Modul 2.3. <https://kristiania.instructure.com/courses/10523/>
- Kunnskapsdepartementet. (2017a). Meld. St. 16 (2016-2017). Kultur for kvalitet i høyere utdanning. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-16-20162017/id2536007/>
- Kunnskapsdepartementet. (2017b). Forskrift om tilsyn med utdanningskvaliteten i høyere utdanning (Studietilsynsforskriften). <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-02-07-137>
- Kunnskapsdepartementet. (2024). Prop. 1 S (2024-2025). <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-1-s-20242025/id3056542/>
- Møgelvang, A. (2023). Cooperative Learning in Undergraduate STEM Education: Applications and Outcomes. University of Bergen, Norway. <https://hdl.handle.net/11250/3054858>
- NOKUT. Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk for livslang læring (NKR). <https://www.nokut.no/norsk-utdanning/nasjonalt-kvalifikasjonsrammeverk-for-livslang-laring/>
- Schneider, M., & Preckel, F. 2017. Variables associated with achievement in higher education: A systematic review of meta-analyses. *Psychological Bulletin*, 143(6), 565–600. <https://doi.org/10.1037/bul0000098>
- Universitetet i Bergen. (u. å.). Ressurs for emneutvikling. <https://mitt.uib.no/courses/44163>
- Wiggins, G. & McTighe, J. (2005). *Understanding by design*. Association for Supervision & Curriculum Development.

Presentasjon

PraiseYou: Selvevaluering som del av eksamen

Ottar L. Osen¹, Robin T. Bye¹ og Anders Ulstein¹

¹ Institutt for IKT og realfag, NTNU, Norge

Sammendrag:

Ingeniørers evne til å vurdere kvaliteten på eget ingeniørarbeid, selvevaluering, er av stor betydning for samfunnet. I arbeidslivet må ingeniører være kjent med nasjonale og internasjonale standarder, retningslinjer, forskrifter og lovverk, og kunne vurdere sitt arbeid opp mot disse. Dårlig kvalitet på ingeniørarbeid kan føre til alvorlige konsekvenser, inkludert økonomiske tap og tap av liv. Evnen til selvevaluering bør derfor utvikles som en integrert del av ingeniørutdanningen. Selvevaluering er også en viktig ferdighet både i arbeidslivet og i utdanning generelt. I tillegg til å forberede studentene til arbeidslivet kan selvevaluering gi studentene støtte i egen læreprosess i form av større selvstendighet og innsikt i egen læring. Vår foreslåtte metode, PraiseYou, består av fem komponenter: kvantitativ selvevaluering, kvalitativ selvevaluering, integrert selvevaluering, vurdering av selvevaluering og formativitet. Studentene gir seg selv en numerisk score og reflekterer deretter over egne styrker og svakheter. Selvevalueringen er en integrert del av eksamensinnleveringen og teller med i sluttkarakteren. Studentenes selvevaluering kan gi raskere og bedre kvalitet på både vurdering og tilbakemelding, mens andre fordeler inkluderer forbedret selvinnsikt, metakognitive ferdigheter, motivasjon og selvtillit. Ulempene inkluderer tidsbruk, risiko for overfokus og stress. I denne artikkelen presenterer vi metoden og drøfter mulige veier videre.

Nøkkelord:

Arbeidsliv, egenvurdering, ingeniørutdanning, kritisk tenkning, kvalitetssikring, selvevaluering

1 Introduksjon

Vårt moderne samfunn er i stor grad avhengig av høy kvalitet på arbeid utført av ingeniører. Utilstrekkelig kvalitet ifm. valg av materialer, beregninger, dimensjonering eller håndverk kan få alvorlige konsekvenser. Dette gjelder i like stor grad programvare. Dårlig kvalitet på ingeniørarbeid kan føre til betydelige kostnader, både økonomiske og miljømessige, og tap av liv.

Kvalitetsvurdering er en profesjonell ferdighet som må læres og praktiseres. På universiteter og høyskoler tilegner ingeniørstudentene seg teknisk kompetanse og ferdigheter som er grunnleggende for å utføre ingeniøroppgaver med høy kvalitet. Dette alene er imidlertid ikke nok; studentene må også lære å vurdere kvaliteten på eget arbeid. I denne artikkelen presenterer vi et eksempel på hvordan dette kan fremmes i ingeniørutdanningen gjennom en metode vi har utviklet for selvevaluering, nemlig PraiseYou.

Vi gjør oppmerksom på at en betydelig utvidet og engelsk versjon av denne artikkelen nylig har blitt godkjent for publisering ved IEEE EDUCON 2025 (Osen, Ulstein, & Bye, 2025). Der presenterer vi også resultater fra bruk av PraiseYou-metoden. I denne artikkelen presenterer vi metoden og drøfter fordeler, ulemper, og hvordan metoden kan brukes sammen med en digital plattform for kartlegging av humane ferdigheter. Denne plattformen presenteres også i en artikkel under vurdering til MNT-konferansen 2025 (Sandal, Elden, Osen, Frantsen, & Bye, 2025).

2 Definisjoner og relaterte arbeider

Evaluerende vurdering (*evaluative judgement*) handler om å engasjere studenten i å vurdere kvaliteten på sitt eget arbeid. Dette kan gi bedre læring på flere områder, slik som å utvikle en bedre forståelse av kvalitet, standarder og kriterier (Tai, Ajjawi, Boud, Dawson, & Panadero, 2018). Det kan dessuten gi bedre læring ved at studenten bruker mer tid på å arbeide med oppgaven. Evaluerende vurdering kan også styrke studentens akademiske selvstendighet, metakognitive kompetanse, uavhengighet og selvillit (Winne & Azavedo, 2022). En slik vurderingsmåte kan også gi en dypere forståelse, bredere kompetanse og sterkere analytiske ferdigheter, og ikke minst styrke akademiske kvaliteter som kritisk tenkning og vitenskapelig skepsis.

2.1 Selvvurdering og selvregulering

Å få studenter til å vurdere eget arbeid er del av en lærings-sentrert tilnærming (Murphy, Eduljee, & Croteau, 2021), (Kennedy, 2006). Flere studier viser at selvvurdering kan ha en gunstig effekt i ingeniørutdanningen (Benraghda & Radzuan, 2017) (Rover & Fisher, 1998) (Douglas, Purzer, Fosmire, & Van Epps, 2015) (Venugopal, Singh, & Devika, 2020). Andrade & Valtch (2009) f.eks. fremhever at selvvurdering kan være et formativt verktøy. En slik kriteriebasert selvvurdering gjøres underveis som en revisjon av sitt eget arbeid i stedet for en revisjon av det endelige resultatet. Selvregulert vurdering av eget arbeid kan dessuten være stillasbyggende læring. Zimmerman (2002) peker på at selvregulert læring tilpasser læringsprosessene til studentenes individuelle nivå.

Læringsaktiviteter som styrker metakognitiv kompetanse og evne til selvregulering kan kompensere for en manglende studieforberedthet. Universitetsutdanning innebærer et skifte fra lærerledet undervisning til mer selvstendig læring. Den norske studentundersøkelsen fra 2018 indikerer at videregående opplæring ikke har forberedt dem tilstrekkelig for dette (Khrono, 2019).

Forskning kan også tyde på at selvkorrigerende kan styrke studentens mestringstro (Schraw, Crippen, & Hartley, 2006). Mestringstro er troen på ens evne til å utføre de handlingene som kreves for å oppnå spesifikke mål (Bandura, 1997). En viktig aspekt ved Banduras teori om motivasjon er at disse metodene er effektive uavhengig av den enkelte students nivå og prestasjon.

2.2 Kontekstuelle og autentiske læringsaktiviteter

Selvurdering kan dessuten gjøre en læringsaktivitet mer relevant, kontekstuell og autentisk. Studenten vil gjennom en evaluering av sitt eget arbeid også vurdere nytten av sitt eget arbeid. Begrepet autentisitet i vurderingen, som definert av Savery (1995), understreker betydningen av å tilpasse de kognitive kravene i vurderinger til virkelige situasjoner som studentene kan møte i sine profesjonelle liv. Et slikt aspekt synes spesielt relevant for oppgaver innen profesjonsutdanningene der en må håndtere komplekse kognitive oppgaver som krever kritisk tenkning, problemløsning og kreativitet, noe blant annet Wiggins (1990) peker på.

2.3 Tilbakemelding

Et viktig spørsmål handler om hvordan en tilbakemelding kan bli mer enn en karakterbegrunnelse og korreksjon, men i stedet få nytteverdi for studentens læring. Henderson et al. (2019) definerer tilbakemelding i en elevsentrert tilnærming som "a process in which learners make sense of information about their performance and use it to enhance the quality of their work or learning strategies". En slik prosessbasert tilbakemelding som blir tilpasset den enkelte elev, har større sjanse for å engasjere eleven og dermed lukke tilbakemeldingssløyfen.

2.4 Høyere ordens tenkning

En sentral ide i Blooms taksonomi handler om at undervisning bør strebe mot høyere ordens tenkning, slik som anvendelse, analyse, syntese og evaluering (Bloom, Engelhart, Furst, Hill, & Krathwohl, 1956). Senere utdanningsforskere har nyansert dette og understreket det dynamiske forholdet mellom nivåene. Å vurdere eget arbeid ved å identifisere styrker, svakheter og feil kan være innen rekkevidde for enhver student, da det er relativt til ens evner og nivå.

3 Fordeler med selvevaluering

3.1 I arbeidslivet

Høy kvalitet på ingeniørarbeid er avgjørende i dagens samfunn. Til å hjelpe ingeniører med å ta gode designvalg finnes det mange standarder, regler og forskrifter, som for eksempel ISO 9001 og ISO 5055. En ingeniør må være godt kjent med kjent med gjeldende standarder, regler og forskrifter innenfor sitt fagområde, og være i stand til å vurdere egen praksis opp mot dem. Det er minst like viktig å kunne vurdere kvaliteten på arbeid som ikke er godt dekt av disse retningslinjene. Her må ingeniøren evne å anvende de underliggende prinsippene i retningslinjene.

For å sikre god kvalitet (QA) anvendes det prosedyrer som styrer hvordan arbeidet verifiseres. Vanligvis innebærer det at arbeidet blir godkjent av en senioringeniør, faglig leder e.l., og ofte i flere nivåer i store prosjekter. Det er ofte vanskelig og kostbart å gjennomgå alle detaljer fordi en ingeniør gjerne foretar et stort antall tekniske valg hver eneste arbeidsdag. Derfor vil det være svært verdifullt å minimere feil fra starten av. Det forutsetter at ingeniørene er i stand til å vurdere kvaliteten på eget arbeid gjennom selvevaluering.

3.2 I undervisning

Ved NTNU står prosjektet Fremtidens teknologistudier¹ (FTS) sentralt. FTS har definert ti FTS-prinsipper som skal legges til grunn i ingeniør- og teknologiutdanningene. Selvevaluering passer godt inn i flere av disse, særlig FTS-prinsipp I: helhetlig kompetanse og FTS-prinsipp IV: studentaktiv læring, relevant vurdering og god læringskultur. Men forskere argumenterer for at selvevaluering kan gi fordeler i hele skolesystemet (Tai, Ajjawi, Boud, Dawson, & Panadero, 2018)² (Balloo, Evans, Hughes, Zhu, & Winstone, 2018)³. Selvevaluering kan gi studenter og elever en større grad av selvstendighet i læringssituasjoner og dermed redusere avhengigheten av tilbakemeldinger fra faglærere. Samtidig forbedres også studentenes evne til å forstå og anvende tilbakemeldinger fra andre. Videre så oppnås det verdifull innsikt i egne og andres læringsprosesser. Denne kunnskapen gir muligheter til å forstå hvilke ferdigheter som må tilegnes eller trenes.

Selvevaluering kan ha varierende kvalitet avhengig av studentens selvinnsikt, men den umiddelbare «tilbakemeldingen» er svært verdifull. En analogi er at du skyter på blink og i stedet for å innsisere blinken selv så blir du bedt om å komme tilbake om en uke for å få se resultatene når instruktøren har hatt tid til å evaluere dem. Dessverre kan nok en del av den tilbakemeldingen studentene får komme for sent til å være nyttig fordi studenten gjerne ikke er i den rette konteksten når tilbakemeldingen kommer.

¹ <https://www.ntnu.no/fremtidensteknologistudier>

4 Vurdering

Siden en viktig motivasjon for studenter er ønsket om gode karakterer så fokuserer de på hva som kreves til eksamen i større grad enn selve læringsutbyttet. Dette eksamensfokuset er antageligvis vanskelig å utfordre, og som en konsekvens bør de fleste læringsmål være en del av karaktersettingen (Biggs, 1996). Spesielt personlige og sosiale ferdigheter («soft skills» eller «21st century skills») er vanskelig å måle, særlig i en ingeniørsetting preget av harde fakta og hvor det er tekniske metoder som vanligvis testes. Utfordringen blir derfor å inkludere selvevaluering som en tydelig del av vurderingen i fagene.

Fremskrittene innen generativ KI gjør at tradisjonelle eksamener med lukkede bøker fremstår som et tryggere vurderingsalternativ. Både på tross av, men også på grunn av generativ KI så ønsker vi å fortsette å bruke selvevaluering. På tross av fordi generativ KI gjør det vanskelig å vite hva som er studentenes eget bidrag, og på grunn av fordi generativ KI stiller enda høyere krav til brukerens kritiske blikk (jfr. selvevaluering). Ved å inkludere selvevalueringen som en del av studentens innlevering så kan faglærer få et nyttig verktøy til å undersøke dybden i studentens forståelse.

5 Metoden PraiseYou

5.1 Idé og introduksjon

Hovedidéen bak vår foreslåtte metode, PraiseYou, tar utgangspunkt i samstemt undervisning (Biggs, 1996) og gjør selvevaluering til en direkte del av vurderingsgrunnlaget. Selvevaluering og refleksjon kan være utfordrende for studenter, men hvis de får et verktøy som bryter ned selvevalueringen i mindre deler så kan det hjelpe i innsikts-arbeidet. Vi foreslår å inkludere en vurderingsmal som en del av oppgaveinnleveringen. Denne vurderingsmalen vil ha både kvalitative og kvantitative retningslinjer.

5.2 Oppbygging av metoden

Vi har kalt metoden vår PraiseYou, som spiller på det engelske uttrykket for egenvurdering eller selvevaluering, nemlig “self-appraisal”. Metoden består av fem komponenter:

1. Kvantitativ selvvurdering: Studentene gir seg selv en numerisk score for hver oppgave.
2. Kvalitativ selvvurdering: Basert på den kvantitative selvvurderingen og ved hjelp av spørsmål som støtter; reflekterer studentene over egne styrker og svakheter.
3. Integrert selvevaluering: Selvevalueringen er en del av innleveringen.
4. Vurdering av selvevaluering: Selvevalueringen teller som en vanlig oppgave og inngår som en del av sluttkarakteren.

5. Formativitet: Metoden kan brukes gjennom semesteret som en formativ metode slik at studentene blir vant til metoden.

Den kvantitative selvevalueringen fører til studentene undersøker resultatene sine systematisk. Å gi en score for hver oppgave forenkler selvevalueringen. Den kvalitative selvevalueringen vil si noe om studentenes evne til refleksjon og kritisk tenkning. Å inkludere selvevalueringen i besvarelsen understreker viktigheten av selvevalueringen som en del av profesjonell praksis i faget.

5.3 Forslag til implementering

Vi foreslår at den siste delen av en innlevering inneholder en selvevalueringsoppgave som tydelig viser at den teller med i totalvurderingen, f.eks. ved å angi en prosentvekt på oppgaven. Studentene fyller ut en mal bestående av delpoeng pr. oppgave og refleksjoner. Spørsmål som inviterer til refleksjon bør inkluderes for å hjelpe studentene med å reflektere og forstå læringsprosessen sin bedre.

Denne metoden gir studentene klare forventninger og kan motivere dem til å fylle kunnskapshullene sine.

5.4 Fordeler

Vi har identifisert fordeler for både studenter, lærere og evalueringer. Tidligere i artikkelen har vi drøftet flere fordeler for studentene, hovedsakelig knyttet til større grad av selvinnsett og bedre kvalitet på arbeidet gjennom selvevaluering. På et mer overordnet nivå kan denne selvevalueringen utvikle både en dypere kognitiv forståelse av faget og forbedrede metakognitive ferdigheter, f.eks. evnen til å dynamisk omstille seg mellom høyere og lavere ordens tenkning. En dypere forståelse av egen mestring og hva som er forutsetningene for mestring kan bygge en sterkere selvtillit enn resultatoppnåelsen alene.

Denne metoden kan gi bedre karaktersetting og en mer studentdrevet tilbakemeldingssløyfe. Studentenes selvevaluering gjør at lærere og sensorer kan rette innleverte oppgaver raskere og med høyere kvalitet. Rettemalen gjør det er lett å oppdage manglende svar, og basert på scorene som studenten har gitt seg selv får læreren raskt en grov oversikt over kvaliteten på innleveringen både pr. delspørsmål og besvarelsen som helhet. Kvaliteten på studentens kommentarer kan det også gi læreren innsikt i hvor svarene bør vurderes grundigere, f.eks. der studenten sier at hen er usikker. Hvis selvevalueringen virker å være av god kvalitet så kan læreren skumme gjennom og gjøre stikkprøver i stedet for å lese alt like (lite?) nøyaktig. I tillegg kan læreren fokusere på å gi tilbakemeldinger som bekrefter og supplerer studentens selvevaluering.

Student-sentrert læring og selvregulering er viktige strategier, men for mange lærere er dette vanskelig å operasjonalisere. Å involvere studentene i evalueringen kan både forenkle selvreguleringen og gi studenten bedre forståelse av egne styrker og svakheter.

Sett fra et formativt perspektiv gir metoden læreren et verktøy for å gi mer målrettede tilbakemeldinger. Tilbakemeldingene kan fokusere på det som er identifisert som utfordringer i selvevalueringen. De samlede vurderingene kan aggregeres og dermed gi

læreren en samlet oversikt over studentgruppens læring. Kvaliteten på refleksjonene vil avsløre studentenes modenhet i forhold til emnene og deres egen læringsprosess.

5.5 Ulemper

Selvevaluering kan åpenbart ta tid, noe som er spesielt viktig på tidsbegrensede tester. Det er viktig å finne en fornuftig balanse og vekting av selvevalueringen i slike tilfeller.

Selvevaluering kan også favorisere studenter som er flinke til å uttrykke seg skriftlig, selv om selve oppgaven tester f.eks. matematiske ferdigheter. Siden selvevaluering er en verdifull ferdighet så gir det mening å gi uttelling til studenter som behersker den ferdigheten godt. En bør dog passe på at hvis selvevaluering gjøres i mange fag i et studieprogram så kan en risikere å overfokusere på selvevalueringsferdighetene.

Videre kan studentene føle stress eller usikkerhet siden det kan være vanskelig for dem å vite hvordan en god selvevaluering bør skrives, det gjelder spesielt for den kvalitative delen. Det er også en fare for at noen studenter kan overkompensere og være overkritiske og bruke for mye tid på å stille spørsmål ved riktige svar.

6 Resultater så langt

Forfatterne har prøvd PraiseYou-metoden i tre påfølgende år i et kurs og bruker den nå også i andre kurs. Mer enn 100 studenter har så langt levert oppgaver hvor denne metoden har blitt brukt. Våre erfaringer så langt er:

- Generelt gjorde studentene gode selvevalueringer.
- Noen få studenter var altfor selvkritiske.
- Flere studenter var litt for positive til egne prestasjoner.
- Tiden som kreves for å vurdere besvarelsene ble redusert.
- Kvaliteten på sensorarbeidet økte siden det kunne sjekkes mot studentenes selvevalueringer.
- Malene hjalp både studenter og sensorer med å unngå feil.
- De sterke studentene viste seg også å være bedre til selvevaluering.
- Resultatene fra denne systematiske tilnærmingen ga viktig tilbakemelding til lærerne om mulige forbedringer i kursdesignet.
- Mange av studentene med gjennomsnittlig skår var i stand til å formulere en god hypotese om hvorfor de ikke lyktes bedre.

Erfaringene har motivert oss til å videreutvikle og undersøke metoden nærmere. Vi har bl.a. undersøkt i hvor stor grad studentene er kompetente til å utføre selvevaluering, siden mange av fordelene metoden avhenger av tilstrekkelig kvalitet på selvevalueringen. Til dette trenger vi kvantitative data, f.eks. en sammenlikning av studentenes selvevaluering (score) og sensorenes vurdering, og en analyse av forskjellene. De første resultatene fra våre undersøkelser vil presenteres på IEEE EDUCON 2025 (Osen, Ulstein, & Bye, 2025).

I tillegg utvikler vi en digital plattform for kartlegging av humane ferdigheter, bl.a. kritisk tenkning (Sandal, Elden, Osen, Frantsen, & Bye, 2025). Vi ønsker å undersøke

sammenhenger mellom kvantitative data fra bruk av PraiseYou og studentenes profiler og testresultater fra plattformen. Dette vil gi oss innsikt i effekten av PraiseYou (f.eks. måling av humane ferdigheter før og etter bruk), samt begrensninger og forbedringspotensial for både metoden og plattformen.

7 Konklusjon og videre arbeid

Integrering av vurderingskompetanse i ingeniørutdanning gjennom bruk av selvevaluering har gitt flere positive foreløpige resultater i vårt studieprogram.

Evnen til å vurdere kvaliteten på eget arbeid er en avgjørende ferdighet for både studenter og fremtidige ingeniører. Godt utformede selvevalueringsmetoder kan gi bedre læringsutbytte og redusere risikoen i samfunnet.

I en tid hvor KI truer med å gjøre noen vurderingsmetoder ubrukelige håper vi at selvevaluering og studentdrevet tilbakemelding vil motivere studentene til kritisk bruk av KI samtidig som det forbedrer læringen.

Forfatterne vil fortsette å samle inn mer data fra bruk av denne metoden. De tidlige resultatene motiverer forfatterne til å videreutvikle denne metoden f.eks. gjennom spørreskjemaer og/eller semi-strukturerte intervjuer. Videre så ønsker vi å se på muligheten av å teste ut hvordan metoden kan brukes sammen med den digitale plattformen for kartlegging av humane ferdigheter.

Takk til

Forfatterne vil takke FTS-prosjektet ved NTNU, spesielt til Geir Egil Dahle Øien, Nils Rune Bodsberg og Reidar Lyng. Deres støtte gjennom å la oss både delta i prosjektet og være testpiloter har i stor grad bidratt til vår søken etter innovative undervisnings- og vurderingsmetoder.

Referanser

- Andrade, H., & Valtcheva, A. (2009). {Promoting Learning and Achievement Through Self-Assessment. *Theory Into Practice*, 48, pp. 12-19.
- Balloo, K., Evans, C., Hughes, A., Zhu, X., & Winstone, N. (2018). Transparency isn't spoon-feeding: how a transformative approach to the use of explicit assessment criteria can support student self-regulation. *Frontiers in Education*, 3, p. 69.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Freeman.
- Benraghda, A., & Radzuan, N. R. (2017). Self-Appraisal among Engineering Undergraduates in Delivering Technical Oral Presentation in a Public University of Malaysia. *International Journal of English and Education*, 6, pp. 114-121.
- Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education*, 32, pp. 347-364.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives, the classification of educational goals, Handbook 1 Cognitive domain*. McKay.

- Boud, D., & Molloy, E. (2013). *Feedback in higher and professional education*. Routledge.
- Douglas, K. A., Purzer, S., Fosmire, M., & Van Epps, A. (2015). A self-assessment instrument to assess engineering students' self-directedness in information literacy. *IEEE: Frontiers in Education Conference 2015*.
- Henderson, M., Phillips, M., Ryan, T., Boud, D., Dawson, P., Molloy, E., & Mahoney, P. (2019). Conditions that enable effective feedback. *Higher Education Research & Development*, 38, pp. 1401-1416.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*. Penguin Books.
- Kennedy, D. (2006). *Writing and using learning outcomes: a practical guide*. University College Cork.
- Khrono. (2019, 2 12). *Overgangen fra skole til studier: — Et sjokk å skulle styre alt selv*. Retrieved 2 17, 2025, from www.khrono.no:260670
<https://www.khrono.no/grunnskolelaerer-grunnskolelaererutdanning-nokut/overgangen-fra-skole-til-studier--et-sjokk-a-skulle-styre-alt-selv/260670>
- Murphy, L., Eduljee, N. B., & Croteau, K. (2021). Teacher-Centered versus Student-Centered Teaching: Preferences and Differences Across Academic Majors. *Journal of effective teaching in higher education*, 4, pp. 18-39.
- Osen, O. L., Ulstein, A., & Bye, R. T. (2025). Integrating Evaluative Judgement into Engineering Education Assessment: A Practical Approach. *2025 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) - In print*.
- Rover, D., & Fisher, P. (1998). Student self-assessment in upper level engineering courses. pp. 980-986. doi:10.1109/FIE.1998.738536
- Sandal, K. L., Elden, A., Osen, O. L., Frantsen, T., & Bye, R. T. (2025). Kartlegging av humane ferdigheter i ingeniørutdanning. *MNT-konferansen 2025 (Levert til vurdering)*.
- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem Based Learning: An Instructional Model and Its Constructivist Framework. *Educational Technology*, 35, pp. 31-38. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/44428296>
- Schraw, G., Crippen, K. J., & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in science education*, 36, pp. 111-139.
- Tai, J., Ajjaw, R., Boud, D., Dawson, P., & Panadero, E. (2018). Developing evaluative judgement: enabling students to make decisions about the quality of work. *Higher Education*, pp. 467-481. doi:<https://doi.org/10.1007/s10734-017-0220-3>
- Venugopal, A., Singh, R., & Devika. (2020). Role of Self-efficacy in the Learning Output of Engineering Education. (K. S. Sangwan, & C. Herrmann, Eds.) *Enhancing Future Skills and Entrepreneurship*, pp. 233-242.
- Wiggins, G. (1990). The case for authentic assessment. *Practical assessment, research, and evaluation*, 2.
- Winne, P. H., & Azavedo, R. (2022). Metacognition and Self-Regulated Learning. In *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 93-113). Cambridge University Press.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into practice*, 41, pp. 64-70.

Presentasjon

Samarbeidslæring i kjemilaboratorieundervisningen for økt læring

Zeljana Pavlovic¹, Madeleine Waskaas¹, Bjørn Grung¹, Anja
Møgelvang², John Georg Seland¹, Sehoya Cotner³ and Monica
Jordheim¹

¹ Kjemisk Institutt, Universitetet i Bergen, Norge

² Avdeling for utvikling av læring og undervisning, Høgskulen på Vestlandet, Norge

³ Institutt for Biovitenskap, Universitetet i Bergen, Norge

Sammendrag. Høyt frafall i høyere utdanning er en utfordring for MNT-studenter, som ofte møter vanskeligheter knyttet til læring, akademiske prestasjoner og motivasjon for studiene. Laboratorieøvelser er en sentral del av undervisningen i flere MNT-fag, og utgjør en viktig læringsarena for å knytte teori og praksis sammen, samt utvikle praktiske ferdigheter. På tross av lab-forelesninger, lab-hefte og skriving av lab-rapporter gir studentene uttrykk for manglende forståelse av hva de skal lære på lab. Samtidig rapporterer de vitenskapelige ansatte at studentene ikke er godt nok forberedt til lab.

På Kjemisk Institutt (UiB) har vi implementert samarbeidslæring i et av introduksjonseminene i kjemi, i håp om å øke læringsutbyttet til studentene i lab-undervisningen. Individuelle lab-rapporter er byttet ut, til fordel for gruppebaserte innleveringer, der studentene gjennomfører for- og etterarbeid knyttet til lab, i faste grupper gjennom semesteret. Erfaringer fra semesteret indikerer at studentene generelt er bedre forberedt til lab-øvelsene. I tillegg oppleves det som en akademisk styrke å samarbeide i faste grupper, da studentene jevnt gjennom semesteret kan få faglig hjelp, samt diskutere praktiske og faglige utfordringer, med medstudenter. Både studenter og vitenskapelige ansatte er svært positive til å fortsette å implementere samarbeidslæring i kommende semestre, og arbeider aktivt med å optimalisere strukturen videre.

Nøkkelord: Samarbeidslæring, laboratorieundervisning, studentforberedelse, læringsutbytte

1 Introduksjon

Frafall blant studenter tilhørende utdanningsprogram innen MNT (Matematikk, Naturvitenskap og Teknologi) er en økende utfordring for institusjoner for høyere utdanning, både nasjonalt og internasjonalt (Wild & Schulze Heuling, 2020). Høyt frafall er spesielt utfordrende for studenter som er på et tidlig stadium av studiene, da det største frafallet skjer mellom første og andre studieår (Lorenzo-Quiles et al., 2023). Studenter opplever vanskeligheter med læring og å tilpasse seg de akademiske utfordringene de møter (Casanova et al., 2023), samt synkende motivasjon for studiene (Dagley et al., 2015), noe som blir foreslått som en del av årsakssammenhengen for hvorfor frafallet er så høyt.

Laboratorieundervisning har vært, og er fortsatt, en sentral del av mange MNT-studieemner. Denne undervisningsformen gir store muligheter for godt læringsutbytte ved å gi studentene praktiske ferdigheter og fremheve sammenhengen mellom teori og praksis (Seery, 2020). Det er likevel diskusjoner knyttet til studentenes endelige forståelse av vitenskapelige prosesser og teori i lab-fag (Wang et al., 2022). Gitt at laboratoriet er en kompleks læringsarena med mange ulike læringsmål, er det utfordrende å gjøre endringer i den velkjente strukturen.

Undervisning i lab har vært en viktig læringsarena på Kjemisk Institutt ved UiB i en årrekke. Det er også flere studenter fra andre studieprogram som tar studieemner på instituttet, ofte tidlig i studieprogrammet, noe som gir et mangfold av tidligere erfaring og læringsforutsetninger i møte med lab-undervisning. Tilbakemelding fra studentene viser manglende forståelse for hva de egentlig skal lære ved å gjennomføre lab-relaterte undervisningsoppgaver. Vitenskapelige ansatte opplever i stor grad at studentene stiller lite forberedt på lab, og at de på lik linje med studentene bruker mye tid på å gi tilbakemelding på lab-oppgavene som, basert på studentene sine erfaringer, ikke blir forstått og heller ikke brukt i videre arbeid i emnet. Å stadig videreutvikle læringsmetodene brukt i lab-undervisning er et viktig fokus for å øke læringsutbyttet for studentene (Agustian et al., 2022). Da utfordringer med læring også er knyttet til frafall (e.g. Casanova et al., 2023), vil det å bruke ressurser på å optimalisere lab-undervisningen også potensielt kunne påvirke gjennomstrømmingen av studenter i en positiv retning. Dette er bakgrunnen for at vi på Kjemisk Institutt høsten 2024 introduserte prosjektet CoChem – basert på prinsippene i Cooperative Learning.

Samarbeid mellom studenter foster et godt læringsmiljø og økt læring (Rusk & Rønning, 2019), og et av målene ved CoChem er å øke studentene sitt læringsutbytte gjennom samarbeid. Cooperative Learning, eller samarbeidslæring, tar utgangspunkt i prinsippene positiv, gjensidig avhengighet og individuell ansvarliggjøring i gruppearbeid (Johnson & Johnson, 1999). Førstnevnte baserer seg på at gruppen ikke kan oppnå sitt felles mål dersom ikke alle medlemmene på gruppen bidrar i arbeidet, mens sistnevnte handler om at hvert medlem blir holdt ansvarlig dersom de ikke gjør sin del av arbeidet mot det målet. Ved å iverksette undervisningsstrategier som i høy grad baserer seg på disse prinsippene vil utfallet bli godt strukturert samarbeid og en mer strukturert læringsprosess for gruppearbeid (Møgelvang & Nylén, 2022). Implementering av samarbeidslæring i høyere utdanning har vist å bidra til å redusere student frafall og øke akademiske prestasjoner og læringsutbytte (Cañabate et al., 2020; Salomone & Kling,

2017). Gjennom samarbeidslæring er målet til CoChem å optimalisere lab-undervisningen, og øke studentenes tilegnelse av kunnskap.

2 Innføring av samarbeidslæring

2.1 Tidligere organisering av KJEM110: struktur, utfordringer og behov for endring

Samarbeidslæring ble introdusert i emnet KJEM110, som er et introduksjonsemne i kjemi for studenter fra ulike studieprogram. KJEM110 har tidligere vært organisert rundt forelesninger, kollokvier og laboratorieundervisning. I forelesningene har anbefalt litteratur blitt gjennomgått, og én spesifikk forelesning har vært dedikert til en grundigere gjennomgang av relevant teori og beregninger knyttet til den påfølgende laboratorieøvelsen. Dette har vært et tilbud for å forberede studentene til lab-dagen.

Forberedelse til laboratorieøvelsene har i stor grad vært studentenes eget ansvar, med tilgjengelige ressurser som anbefalt litteratur og lab-heftet. Lab-heftet fungerer som en brukermanual som beskriver laboratorieutstyret, forklarer fremgangsmåten for øvelsene og inneholder øvingsoppgaver. For å sikre et minimum av forberedelse har studentene vært pålagt å møte opp med et håndskrevet flytskjema som beskriver fremgangsmåten, samt bestå en quiz med fem faglige spørsmål om innholdet i lab-øvelsen.

På selve lab-dagen har lab-assistentene holdt en kort presentasjon med en gjennomgang av fremgangsmåte, kjemikalier og annen praktisk informasjon. Studentene har deretter gjennomført øvelsen, og de som ble ferdige og fikk godkjent resultatet, kunne forlate laboratoriet. Mange studenter har vist seg å være lite forberedt ved oppstart av øvelsene. De har hatt vanskeligheter med å forstå hvor de skal begynne, samt hatt begrenset innsikt i sammenhengen mellom laboratorieøvelsen og litteraturen rettet mot eksamen.

I etterkant av hver øvelse har studentene skrevet en individuell lab-rapport, som er en standard vurderingsform innen kjemiundervisning (García Doménech et al., 2024). Imidlertid har den omfattende rapporten vært oppfattet av studentene som tidkrevende og lite motiverende, spesielt for førsteårsstudenter med flere krevende emner samtidig. I tillegg har høy gjennomstrømming av tidligere års lab-rapporter ført til utfordringer med plagiat og avskrivning. Dette har bidratt til behovet for å revidere opplegget for å øke både motivasjon og læringsutbytte.

Lab-assistentenes hovedrolle har vært å veilede studentene gjennom lab-dagen og rette hver rapport med kommentarer.

2.2 Omstrukturering av kjemiundervisningen: CoChem-prosjektet

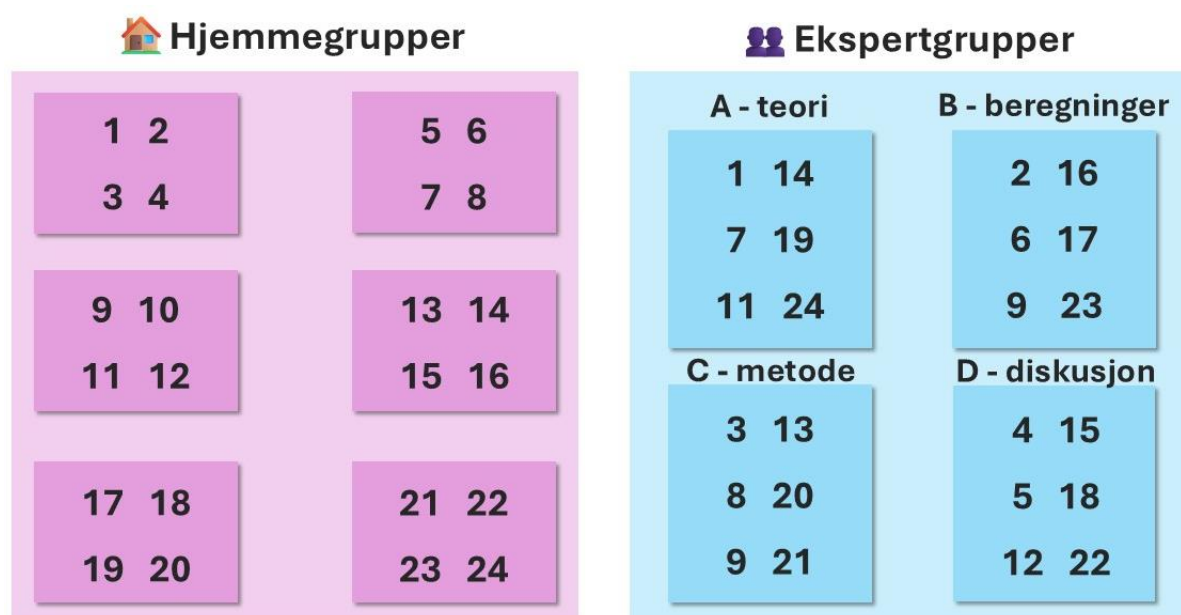
CoChem-prosjektet har hatt som mål å forbedre kjemiundervisningen i laboratoriet ved å tilrettelegge for økt forberedelse til lab-øvelsene, styrke læringsutbyttet og forståelsen av sammenhengen mellom teori og praksis.

En sentral endring i prosjektet var en mer direkte tilknytning mellom studenter og veiledere, tidligere kalt lab-assistenten. Hver student ble tildelt en fast veileder gjennom hele semesteret for å skape trygghet, gjøre veiledning mer tilgjengelig og lette kontakten

sammenlignet med en emneansvarlig. Veilederen fulgte de samme gruppene gjennom semesteret, og primær kontakt foregikk via denne rollen.

Studentene ble delt inn i hjemmegrupper (se Figur 1) med faste medlemmer for hele semesteret, bestående av opptil fire studenter. Gruppene ble satt sammen på forhånd, basert på fakultetets lab-gruppeinndeling og justert av emneansvarlig for å sikre en hensiktsmessig sammensetning. Lab-gruppene var hovedsakelig basert på studieprogram for å forenkle timeplanmessig koordinering, noe som gjorde det enklere for studentene å møtes til gruppeaktivitetene. På første samling utarbeidet studentene en gruppekontrakt for å definere ansvar og forventninger (Aakre & Mørkve, 2024).

Hver student i hjemmegruppen var gruppens ekspert for ett tema per øvelse. Det var fire eksperttemaer: teori (A), metode (C), beregninger/resultater (B) og diskusjon (D) (se Figur 1). Som forberedelse til hver lab-øvelse møttes ekspertene fra ulike hjemmegrupper for å fordype seg i sitt spesifikke tema i ekspertgruppene. Etterpå samles hjemmegruppen igjen, hvor hver ekspert presenterte sitt tema for de andre. Eksperttemaene rullerte mellom studentene for hver øvelse, slik at alle studentene på en hjemmegruppe til slutt hadde hatt ansvar for alle temaene.



Figur 1. Eksempel på inndeling av hjemmegrupper og ekspertgrupper i en labgruppe med 24 studenter. Hvert tall representerer én student, og de fikk tildelt ett eksperttema (teori (A), metode (C), beregninger/resultater (B) eller diskusjon (D)).

Tilgjengelige ressurser inkluderte lab-heftet, anbefalt litteratur og lab-forelesninger, i tillegg til ChemView360, en digital plattform med en 360-graders oversikt over lab-salen, oversikt over utstyr med brukerinstrukser og instruksjonsvideoer for øvelsene. I tillegg fikk studentene utdelt øvelsesdokumenter med detaljerte forklaringer på for- og etterarbeid.

Studentene skulle levere et PowerPoint-bidrag som besvarte forventningene til hvert ekspertområde senest 48 timer før lab-dagen. Ekspert C skulle lage et flytskjema for fremgangsmåten som måtte godkjennes i forkant for å sikre at alle studentene møtte godt forberedt.

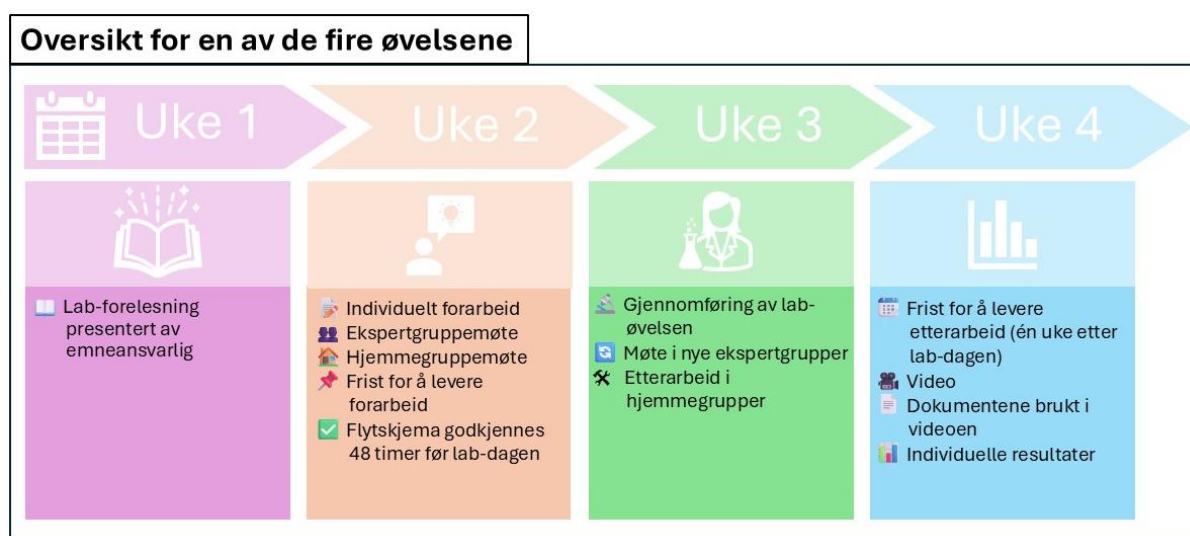
På laboratedagen ble det holdt en kort presentasjon før studentene gjennomførte øvelsen. I løpet av dagen ble de også tildelt nye ekspertgrupper for den

neste øvelsen før de startet på etterarbeidet.

Etterarbeidet skulle leveres én uke etter lab-dagen og bestod av en 15-minutters video hvor gruppen presenterte sine ekspertområder (A-D), dokumentene brukt i videoen og individuelle resultater.

Etter fire lab-øvelser med praktisk arbeid ble semesteret avsluttet med en workshop hvor studentene skrev en lab-rapport basert på en tidligere gjennomført øvelse. Workshopen hadde som formål å gi studentene innsikt i akademisk rapportskrivning, tilsvarende den tidligere emneorganiseringen krevde. Studentene fikk utdelt eksempler på både en god og en dårlig lab-rapport, refleksjonsspørsmål og en sjekkliste. Rapporten ble delt opp i eksperttemaer, og hvert medlem skrev sin del. Dette sikret at studentene fikk erfaring med rapportskrivning, samtidig som de beholdt den faglige dybden.

Figur 2 viser en oversikt over lab-undervisningen i CoChem-prosjektet.



Figur 2. Oversikt over en fire-ukers syklus for hver øvelse. Dette er eksempel til en av de fire øvelsene som ble gjennomført i KJEM110.

3 Erfaringer og implikasjoner

Gjennom semesteret møttes emneansvarlig, veiledere, overingeniør (lab-ansvarlig) og pedagoger involvert i CoChem prosjektet ukentlig for å evaluere og dele hvordan lab-undervisningen hadde gått. Gjennom semesteret delte også flere studenter sine opplevelser og erfaringer fra emnet.

Tilbakemelding fra veiledere og lab-ansvarlig var at studentene var bedre forberedt til lab-undervisningen. Studentene ble i høyere grad opplevd som selvstendige under lab-øvelsene, og veilederne brukte overordnet mindre tid på å hjelpe studentene å komme i gang med øvelsene. Ved å gjennomføre forarbeid var studentene mer forberedt på hva de skulle gjøre når de kom på lab.

Studentene opplyste også at etterarbeidet var lærerikt, da de opplevde en sterk læringsverdi av å levere en video i fellesskap med medstudenter. Å muntlig forklare medstudenter sitt eksperttema åpnet i større grad opp for at faglige utfordringer kunne diskuteres, og løses, i fellesskap, sammenlignet med å jobbe med individuelle lab-

rapporter. Dette gjaldt også workshopen med skriving av lab-rapport. Veilederne brukte generelt mindre tid på tilbakemelding av lab-oppgavene, enn ved tilbakemelding av individuelle lab-rapporter, noe som ga dem mer tid til å være tilgjengelig for studentene. Å være tildelt en veileder, samt den økte studentkontakten med veileder, ble i tillegg mottatt godt av studentene, som opplevde raskere svar på eventuelle spørsmål og hevelser enn det som har blitt rapportert tidligere.

Den generelle erfaringen fra studentene var videre en positiv opplevelse med implementeringen av samarbeidslæring. Studentene opplevde hjemmegruppene som et spesielt godt fungerende tiltak, og begrunnet opplevelsen med at de alltid hadde medstudenter de kunne forhøre seg med om det var noe de trengte hjelp med i emnet. Dette gjaldt både praktiske og faglige utfordringer. At de i tillegg måtte møtes jevnt gjennom semesteret for å jobbe med oppgaver tilknyttet lab-undervisningen, bidro til en kontinuerlig og jevn fordeling av fagstoffet i emnet. For noen av studentene var KJEM110 deres første møte med både kjemi som emne, men også med lab-undervisning, og i slike tilfeller fungerte hjemmegruppene som en arena der de ikke bare kunne få faglig støtte, men også diskutere og lære fagstoff, av andre gruppe-medlemmer. Læring gjennom medstudenter har flere fordeler for kunnskapstillegning, spesielt fordi medstudenter opplever de samme utfordringene og kan relatere til læringsprosessen (Zhang & Bayley, 2019). Faste hjemmegrupper som arbeider mot et felles mål kan derfor oppleves som en god læringsarena for studentene.

Den gjennomgående tilbakemeldingen fra både studentene og de vitenskapelige ansatte involvert i CoChem er å videreføre samarbeidslæring i kommende semestre. Derfor arbeides det nå aktivt med tiltak som ytterligere skal løfte læringsutbyttet. Et konkret tiltak er ekspertgruppene, der studentene opplevde utfordringer knyttet til planlegging av møter og medstudenter som ikke alltid hadde gjennomført forarbeidet. I tillegg oppga veilederne at tilbakemeldingen på lab-oppgavene som ble gitt ikke alltid ble fulgt opp av studentene, mens studentene på sin side ikke alltid forstod hvordan de skulle bruke tilbakemeldingen de fikk. Av den grunn jobbes det med å etablere fungerende løsninger som kan gjøre gjennomføringen av disse stegene i lab-undervisningen gunstigere.

Takk til

Vi er svært takknemlige for tildelingen av prosjektmidler gjennom UiBs Insentivmidler 2024. En stor takk til Studieavdelingen og Utdanningsutvalget ved UiB for deres støtte.

References

- Agustian, H. Y., Finne, L. T., Jørgensen, J. T., Pedersen, M. I., Christiansen, F. V., Gammelgaard, B., & Nielsen, J. A. (2022). Learning outcomes of university chemistry teaching in laboratories: A systematic review of empirical literature. *Review of Education*, 10(2). <https://doi.org/10.1002/rev3.3360>
- Cañabate, D., Garcia-Romeu, M. L., Menció, A., Nogué, L., Planas, M., & Solé-Pla, J. (2020). Cross-Disciplinary Analysis of Cooperative Learning Dimensions Based on Higher Education Students' Perceptions. *Sustainability*, 12(19). <https://doi.org/10.3390/su12198156>
- Casanova, J. R., Castro-López, A., Bernardo, A. B., & Almeida, L. S. (2023). The Dropout of First-Year STEM Students: Is It Worth Looking beyond Academic Achievement? *Sustainability*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/su15021253>
- Dagley, M., Georgiopoulos, M., Reece, A., & Young, C. (2015). Increasing Retention and Graduation Rates Through a STEM Learning Community. *Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice*, 18(2), 167-182. <https://doi.org/10.1177/1521025115584746>
- García Doménech, N., Sanz Arjona, A., Prochukhan, N., Scully, N. P., & O'Donoghue, J. (2024). How to Write a Scientific Lab Report: A Short-Term Intervention for Improving Chemistry Writing Skills. *Journal of Chemical Education*, 101(3), 903-909. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00651>
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). Making Cooperative Learning Work. *Theory into practice* 38(2).
- Lorenzo-Quiles, O., Samuel, G.-L., & Lendínez-Turón, A. (2023). Factors contributing to university dropout: a review. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1159864>
- Møgelvang, A., & Nylén, J. (2022). Co-operative Learning in Undergraduate Mathematics and Science Education: A Scoping Review. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(6), 1935-1959. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10331-0>
- Rusk, F., & Rønning, W. (2019). Group work as an arena for learning in STEM education: negotiations of epistemic relationships. *Education Inquiry*, 11(1), 36-53. <https://doi.org/10.1080/20004508.2019.1638194>
- Salomone, M., & Kling, T. (2017). Required peer-cooperative learning improves retention of STEM majors. *Int J STEM Educ*, 4(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0082-3>
- Seery, M. K. (2020). Establishing the Laboratory as the Place to Learn How to Do Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 97(6), 1511-1514. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00764>
- Wild, S., & Schulze Heuling, L. (2020). Student dropout and retention: An event history analysis among students in cooperative higher education. *International Journal of Educational Research*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101687>
- Zhang, Z., & Bayley, J. G. (2019). Peer learning for university students' learning enrichment: Perspectives of undergraduate students. *Journal of Peer Learning*, 12.

Aakre, G. I., & Mørkve, M. S. (2024). Ingeniørstudenters opplevelse av gruppeavtale: Er det lurt å skrive en avtale? *Nordic Journal of STEM Education*, 8.
<https://doi.org/10.5324/njsteme.v8i2.4929>

Presentasjon

Studenter med fortid, nåtid og framtid

Turid Reenaas

Institutt for fysikk, NTNU, Norge

Sammendrag: Ved Fakultet for naturvitenskap ved NTNU blir den obligatoriske helse-, miljø- og sikkerhetsopplæringen fra høsten 2025 utvidet med en modul i studentlivsmestring. Formålet er å sikre at flere studenter blir bedre i stand til å ivareta sin egen fysiske og psykiske helse, og til å mestre utfordringene som en studenttilværelse kan by på. Sentralt i emnet er at studentene skal bevisstgjøres på hvordan belastende livserfaringer påvirker fysisk og psykisk helse, og på hvor man kan oppsøke hjelp. Målet er å gi studentene bedre helse og bedre livskvalitet, noe som vil øke både akademiske prestasjoner og fullføring av studier. Modulen bygger på erfaringer med å integrere livsmestringstemaer i et ordinært emne ved Institutt for fysikk høsten 2023 og 2024, som ble godt mottatt av studentene.

Nøkkelord:

Studenthelse

1 Bakteppe

Studentenes helse- og trivselsundersøkelse har de siste årene avdekket at en betydelig andel studenter sliter psykisk.¹ Tall fra Statistisk sentralbyrå viser også at 30 % av studenter på bachelorprogram og 5-årige masterprogram ikke fullfører studiene, og at frafallet er størst det første året.²

Ulike studier prøver finne årsaken til at studenter ikke fullfører (se f.eks. Slettebak, 2016; Svendsen, 2025), mens det er få studier av hvordan utdanningsinstitusjonene selv kan ta en mer aktiv rolle i å bedre studentenes helse og livssituasjon. Sammenhengen mellom belastende livserfaringer i oppveksten og redusert helse og livskvalitet som voksne har vært kjent lenge, men denne kunnskapen er i liten grad tatt i bruk i Norge.³

Samtidig er også studentmassen i Norge blitt mer heterogen, og en økende andel studenter har psykiske lidelser med seg i bagasjen.

Ifølge Utdanningsdirektoratet er ca 10% av norske elever utsatt for mobbing,⁴ og ifølge Barne- og familiedirektoratet (Bufdir) er en like stor andel utsatt for «mildere» former for fysisk vold (dytting, lugging, klyping etc) fra en av foreldrene, mer enn én gang.⁵ 5 % av elever i videregående skole har vært utsatt for grov fysisk vold (knyttneveslag, slag med gjenstand, juling/ bank eller noe annet grovt) fra en eller begge foreldre mer enn én gang.⁵ Hele 20% har vært utsatt for gjentatte psykiske krenkelser fra foreldrene.⁵

Selv om det er en viss sammenheng mellom risiko for å bli utsatt for vold fra foreldrene og levekår, så viser forekomststudier at 76% av voldutsatte barn kommer fra familier med middels eller høy inntekt, (Myhre, Thoresen og Hjemdal, 2015). Vold i nære relasjoner og vold mot barn forekommer i alle samfunnslag, (Dale, M. T. G et al. , 2023).

Bufdir sin statistikk viser også at det er et stort omfang av seksuelle krenkelser mot barn og unge:⁶

«I alt har 16 prosent av elevene på videregående skole opplevd å bli utsatt for grove seksuelle krenkelser i oppveksten. Voldsutøveren er oftest en ungdom som den voldsutsatte kjenner (en kjæreste, en venn/ venninne) eller en fremmed ungdom. I et mindretall av tilfellene er voldsutøveren en fremmed voksen eller voksen som den voldsutsatte kjenner (trener, lærer, etc). Minst vanlig er det at voldsutøveren er i nær familie.»

¹ <https://studenthelse.no/>

² <https://www.ssb.no/utdanning/hoyere-utdanning/statistikk/gjennomforing-ved-universiteter-og-hogskoler>

³ <https://www.universitetsforlaget.no/hvordan-krenkede-barn-blir-syke-voksne-3>

⁴ <https://www.udir.no/tall-og-forskning/statistikk/analyser/2025/elevundersokelsen-2024/mobbing-og-trivsel/>

⁵ <https://www.bufdir.no/statistikk-og-analyse/vold-mot-barn/>

⁶ <https://www.bufdir.no/statistikk-og-analyse/vold-mot-barn/seksuelle-krenkelser/>

Om man legger sammen forekomsttallene for mobbing (10%), «mild» fysisk vold (10%), grov fysisk vold (5%), psykisk vold (20%) og grove seksuelle krenkelser (16%), blir totalen 71%. Realiteten er det enkelte barn kan være utsatt for flere typer belastende hendelser (re-viktimisering), slik at færre en 71% av alle barn i Norge har slike belastende erfaringer. Andelen er uansett urovekkende stor.

I USA er det forsket mye på sammenhengen mellom belastende hendelser i oppveksten og collegestudenters fysiske og psykiske helse, deres akademiske prestasjoner, og hvordan de ivaretar egen helse via sunn atferd – eller ikke (se f.eks. Grigsby 2021; Watt, 2022; Moore, 2023; Ravi, 2023; Counts, 2024). Det er klare negative sammenhenger spesielt for de studentene som har 4 eller flere belastende erfaringer.

I en artikkel fra 2022 finner Watt *et al.* at et stort flertall (nesten 74 %) av studentene som deltok i en undersøkelse (flest hvite, kvinnelige respondenter) ved et stort universitet i USA hadde én eller flere belastende erfaringer i oppveksten. Disse var inndelt i fysisk, seksuell eller psykisk vold, omsorgssvikt («neglect»), at foreldrene skilte seg, vold i hjemmet, eller at de hadde bodd sammen med noen med rusmisbruk, psykisk sykdom eller som hadde vært i fengsel. 22,8 % av de som svarte hadde 4 eller flere belastende erfaringer. I artikkelen beskrives ulike tiltak som gjøres for å hjelpe disse studentene, men de konstateres at hjelpen ofte handler om umiddelbar stress-mestring, heller enn å finne den bakenforliggende årsaken til studentens (psykiske) vansker.

Watt *et al.* skriver at screening av belastende erfaringer og av sosial støtte, for å kunne sette inn målrettede tiltak, sammen med mentorordninger med støtte fra eldre studenter er eksempler på hva som kan gjøres, men at dette er langt fra nok. De skriver også at

«However, it is time for more higher education institutions to engage in creative thinking about how to meet what has been called a mental health “crisis” on college campuses.

There has been a movement in secondary education to address student mental health through integrated behavioral health care, social and emotional learning, and trauma-informed practices.

It is time for higher education institutions to also more formally adopt policies and practices that reflect an understanding of how important social, emotional, and behavioral health is for college student health and success.»

Watt *et al.* mener altså det er på høy tid at universitetene begynner å tenke nytt, og den foreslåtte nye modulen i den obligatoriske HMS-opplæringen for alle studenter ved Fakultet for naturvitenskap ved NTNU, er et nytenkende tiltak.

Den nye modulen er også helt i tråd med vedtatte prinsipper for utvikling av NTNU sine studieprogram innen realfag og teknologi, fra prosjektet «Fremtidens teknologistudier»

(FTS). Det første av ti prinsipper i FTS handler om helhetlig kompetanse, og i dette prinsippet legger FTS blant annet at:⁷

«Utdanningene skal utvikle studentene til hele mennesker, ikke bare fageksperter. Utdanningsløpet skal stimulere studentenes dannelse, og studentene skal forberedes til livet som aktive borgere i et demokratisk og mangfoldig samfunn.»

Om den nye modulen får de ønskede virkningene, så vil studentene få bedre helse og bedre livskvalitet, og dette vil få flere studenter til å fullføre studiene, og frafallet vi gå ned. Kompetansen studentene tilegner seg i modulen vil også kunne gjøre dem bedre rustet til å håndtere egne og relasjonelle utfordringer de kan støte på som arbeidstakere og som ledere i arbeidslivet. Forhåpentligvis får de mer forståelse for mennesker rundt dem som sliter og vil være bedre i stand til å hjelpe og støtte disse.

2 Mine erfaringer og betraktninger

Som jeg skrev innledningsvis, så er det en betydelig andel av studentene som har én eller flere belastende erfaringer fra oppveksten. Av disse vil nok en stor andel ha behov for profesjonell oppfølging, fra studentsamskipnaden, kommunen, spesialisthelsetjenesten, frivillige aktører eller andre. De trenger måltettet hjelp. Samtidig er det utvilsomt slik at de aller fleste førsteårsstudenter vil ha godt av å få informasjon om hvordan man best kan ivareta fysisk og psykisk helse, sammenhengen mellom levd liv og helse, og hvordan man kan mestre utfordringene som studentlivet kan by på. Studieveiledere og studiemiljørådgivere ved NV-fakultetet forteller for eksempel at fadderuka kan være problematisk for en del studenter, spesielt når det kommer til alkohol og gruppepress, og seksuelle overgrep.

I mitt eget arbeid som professor veileder jeg jevnlig masterstudenter og doktorgradsstudenter i fysikk. De kommer til meg med sine levde liv, på godt og vondt. Flertallet klarer seg fint, men det er en del som sliter med å gjennomføre studiene. Felles for disse studentene er at de ofte er akademisk sterke, og kan ha gode karakterer fra både videregående og universitetet. Det er ingen ytre indikatorer på hva de strevde med – i utgangspunktet. Først mot slutten av studiet, når de skal jobbe mer selvstendig forsterkes vanskene. For disse studentene hadde det åpenbart vært en fordel om de hadde vært fanget opp tidlig i studiet, slik at de kunne fått hjelp tidligere.

Jeg bestemte meg derfor for å ta inn livsmestringstemaer som del av undervisningen til studentene som tok emnet TFY4185 Måleteknikk, høsten 2023. Studentene tar dette emnet i 2. eller 3. årskurs avhengig av studieprogram. Jeg satt av tre øvingstimer, og inviterte Studentsamskipnaden til komme å fortelle om tilbudet de har til studentene,

⁷ <https://www.ntnu.no/fremtidensteknologistudier>

krisesenteret kom for å snakke om vold i nære relasjoner og en bank kom for å snakke om studentøkonomi. Tiltaket ble svært godt mottatt.⁸

Jeg ønsket derfor at flere studenter skulle få et liknende tilbud, og kontaktet ledelsen ved NV. Enden på visa ble at vi altså nå skal lage en modul i den obligatoriske HMS-opplæringen for alle (700) førsteårsstudenter ved vårt fakultet. Modulen er under utvikling, i et samarbeid mellom rådgiver for læringsmiljø ved fakultetet, studentsamskipnaden, studenter, eksterne aktører, og meg selv. Modulen er forankret i fakultetsledelsen og i undervisningsutvalget ved fakultetet.

Et universelt tiltak, rettet mot alle studentene istedenfor de som kan ha størst behov, er også i tråd med det som kalles «forebyggingsparadokset»: Den største effekten av folkehelsetiltak oppnås ved universelle strategier – tiltak som treffer bredt.⁹

Dette var også funnet i en studie i USA, hvor tiltak rettet mot hele skoleklasser for å bedre de svakeste elevenes (akademiske) mestringsfølelse, ikke bare økte mestringen for de svakeste, men også for resten av elevgruppa (Musci et al., 2022).

3 Læringsmål HMS0001

Ved NV-fakultetet har vi allerede et HMS-emne som er obligatorisk for alle studentene ved fakultetet, som inneholder tradisjonell HMS-opplæring for studenter innen realfag og teknologi, HMS0001. Til dette emnet er det nå lag til en modul med følgende læringsutbytte:

«Modul 2: Fysisk og mental helse; levd liv, studentliv og framtid; studentøkonomi

- Kandidaten har innsikt hvordan ivareta egen og andres fysiske og mentale helse, og hvilke instanser som er tilgjengelige for studenter.
- Kandidaten har innsikt i hvordan livserfaringer påvirker fysisk og psykisk helse, og hvilke instanser som er tilgjengelige for studenter.
- Kandidaten gis en innføring i økonomiplanlegging og hva man som student har rettigheter til.»

Oppmøte er obligatorisk og studentane må bestå en flervalgsprøve etterpå. Deler av undervisningen vil være i grupper. Modul 2 skal ha første del (om fysisk og psykisk helse) tentativt i oktober første semester, og andre del (om levd liv, studentliv og framtid, og studentøkonomi) i januar. Dermed får de første «dose» om fysisk og psykisk helse før første eksamensperiode, og de får andre dose, om studentlivsmestring, når de har prøvd seg som studenter et halvt års tid. Forhåpentligvis får denne modulen flere studenter til

⁸ <https://www.universitetsavisa.no/institutt-for-fysikk-nabla-ntnu/man-forventer-ikke-at-en-foreleser-skal-gjore-dette/387806>

⁹ <https://www.helsedirektoratet.no/faglige-rad/lokale-folkehelsetiltak-veiviser-for-kommunen/prinsipper-for-tiltaksutforming>

å fullføre første studieår, som har vist seg være svært viktig for å forhindre frafall, (Grøm Sæle, 2023).

4 Veien videre

Modulen skal første gang gjennomføres studieåret 2025/26, og det vil sannsynligvis være rom for mye læring for oss som utvikler modulen og for de som skal gjennomføre den.

Det er imidlertid viktig at tankegangen bak modulen også støttes av forelesere og andre undervisere, spesielt de som skal undervise for 1. og 2. årskurs, slik at modulen ikke blir hengende i løse lufta. En kobling til emner som undervises de første to årene hadde vært en fordel, og dette krever involvering av flere faglærere/undervisere. Mitt inntrykk er at det er stort sprik i hvor mye undervisere og veiledere vil engasjere seg i andre temaer enn de rent faglige. Men mye er allerede gjort, om vi alle også snakker mer om hvordan vi har det (følelser) og ikke bare hvordan vi gjør det (prestasjoner), spesielt på et prestasjonsfokusert universitet som NTNU.

Takk til

Jeg vil rette en stor takk til instituttet som lot meg teste ut «livsmestring» i emnet jeg underviste, til alle som bidro høsten 2023 og 2024, og til Peder Brenne i fakultetsadministrasjonen, og til alle som har vært positive og entusiastiske, både studenter og andre.

Referanser

- Counts, C.J og John-Henderson, N.A (2024), Childhood trauma and college student health: a review of the literature, *Journal of American college health*, 2024-11, Vol.72 (8), p.2783-2797
- Dale, M. T. G. et al. (2023), Omfang av vold og overgrep i den norske befolkningen, <https://www.nkvts.no/aktuelt/hoy-forekomst-av-vold-og-overgrep-i-norge/>
- Grigsby, T.J et al. (2021) Adverse childhood experiences and college student health promotion outcomes: Another perspective on the trauma-health relationship, *Child abuse review*, 2022-05, Vol.31 (3)
- Grøm Sæle, R. et al (2023) Note to first-year university students: Just do it! In the end, the fact that you study may be more important than how you study, *Uniped*, 2023-03, Vol.46 (1), p.28-42
- Moore, S.M., Welsh, M.C. og Peterson, E (2023) Childhood maltreatment predicts physical health in college students, *Journal of American college health*, 2023-04, Vol.71 (3), p.942-951
- Musci, R.J. et al., (2022) Differential Impact of a Universal Prevention Program on Academic Self-Efficacy: the Moderating Role of Baseline Self-Control, *Prevention science*, 2022-05, Vol.23 (4), p.513-522
- Ravi, K. et al., (2023) Prevalence and Impact of Exposure to Childhood Domestic Violence on College Students' Health and Perceived Academic Success, *Journal of evidence-based social work (2019)*, 2023-01, Vol.20 (1), p.122-144
- Slettebak, M. H. (2016) Frafall i høyere utdanning : en studie av sosial bakgrunns betydning for frafall fra høyere utdanning og overgang til andre studier blant NTNU studenter, *Masteroppgave i sosiologi, NTNU 2016*.
- Svendsen, T. og Solem Slupphaug, K. (2025), Frafall i første studieår, SSB, <https://www.ssb.no/utdanning/hoyere-utdanning/artikler/frafall-forste-studiear>
- Thoresen S. og Hjemdal, O.K. (2014). *Vold og voldtekt i Norge. En nasjonal forekomststudie av vold i et livsløpsperspektiv*. <https://www.nkvts.no/rapport/vold-og-voldtekt-i-norge-en-nasjonal-forekomststudie-av-vold-i-et-livsløpsperspektiv/>
- Watt, Toni et al. (2022). People who need people: the relationship between adverse childhood experiences and mental health among college students, *Journal of American college health*, 2022-05, Vol.70 (4), p. 1265-1273

Presentation

Enhancing Academic Staff Skills in Applied Programming: An Interdisciplinary Approach to Empowerment and Pedagogical Innovation

Rouhani¹, Olsø¹ and Reidar Lyng²

¹ IE/ Computer Science, NTNU, Norway

² SEED – Center for Science & Engineering Education Development, NTNU, Norway

Abstract: There is a recognized need for improving skill sets among academic staff within the fields of digital competence and sustainability. The present initiative addresses professional development for academic staff at higher education institutions, with particular emphasis on applied programming. Many educators face challenges when aiming to integrate programming into their existing courses, including a lack of training tailored to their diverse backgrounds and pedagogical needs. The project investigates how academic personnel can be empowered to integrate programming into relevant subject areas with the aim of improving student learning. The project aims to develop and implement a professional development program to enhance participants' programming skills, as well as identify barriers and opportunities for access to programming training. The chosen approach is to embed a course in programming within the framework of a personal project, of interest to the staff member, that depends on a deeper working knowledge of programming. The participants work on their project, and we provide the desired knowledge framework and provides support for the application of programming skills. Faculty development is a central aspect of the lifelong learning of educators of high interest particularly in technological fields where the development of new technologies is increasingly fast.

Keywords: Professional Development, Applied Programming, Higher Education, Digitalization, Innovative Teaching Strategies.

1 Introduction and Background

The aim of this project is to develop a program focusing on the professional development of faculty members in higher education institutions, specifically in the field of applied programming. The research will explore how digitalization and new pedagogical approaches can enhance the skills of academic staff across various fields to effectively integrate programming into their subjects. It seeks to equip educators with the capabilities necessary to meet the demands of a rapidly evolving technological landscape.

Faculty members in higher education have needs that current teaching practices in programming often struggle to meet. This can lead to noticeable gaps in programming skills (Martin et al., 2019; Shon et al., 2024). Research shows that current teaching methods often overlook the different academic backgrounds and teaching needs of educators, which can worsen the gaps even further (Martin et al., 2019).

The intersection of programming and domain-specific knowledge is critical when developing software solutions that effectively address real-world problems (Alami et al., 2022). Programmers who specialize in coding may not have a deep understanding of other domains. This requires them to familiarize themselves with the subject matter to effectively develop systems of the desired quality. Academics, on the other hand, often possess extensive domain knowledge, making them a valuable resource in software development. Their insights can significantly contribute to creating software that effectively addresses the specified requirements. By fostering collaboration between programmers and domain experts, organizations can enhance the quality and relevance of their software solutions.

Current educational practices can fall short in addressing the diverse academic backgrounds and pedagogical needs of faculty members, leading to gaps in programming competence. Research suggests that faculty development programs focusing on interdisciplinary and collaborative teaching approaches can improve instructional quality and student outcomes. Furthermore, there is a pressing need for ongoing professional development in both programming and modern pedagogical techniques that incorporate digital tools and innovative learning environments.

It is important to identify the specific challenges academics encounter when trying to improve their programming skills. Professional development programs that take a more interdisciplinary approach seems to be a way forward, as it involves academics in practical problem-solving pertaining to their own domain. Moreover, as educational institutions adjust to new technologies, efforts to promote inclusivity and fairness should be a top priority.

The chosen approach is to embed a course in programming within the framework of a personal project, of interest to the staff member, that depends on a deeper working knowledge of programming. Prior to the course we engage with the participants to explore and identify which knowledge frameworks and skill sets are relevant to their projects and design the embedded course according to their needs, ensuring that the course content is both coherent and of sufficiently high quality. The participants work on their project while we provide the desired knowledge framework and provide support for the application of programming skills.

1.1 Objectives

The main objectives of the project are:

1. Create and implement professional development courses that enhance the programming skills of faculty members, ensuring that they are equipped with the latest knowledge and teaching methodologies relevant to applied programming.
2. Investigate the barriers and enablers affecting faculty access to programming training, focusing on their experiences and the resources available in their institutions.
3. Collaborate with various faculties in educational institutions to develop and implement innovative teaching strategies that enhance faculty engagement and improve student learning outcomes in applied programming courses.
4. Analyze how improving faculty competencies in applied programming can contribute to the overall quality of education, reinforcing the commitment to creating an inclusive and equitable learning environment in higher education.

By addressing these knowledge needs and objectives, the project aims to advance the quality of programming education, ultimately benefiting academic staffs' preparedness in a rapidly changing digital landscape.

1.2 Research questions and hypotheses

The primary research questions for the project are as follows:

1. What are the current competency gaps among faculty members teaching applied programming in higher education?

Hypothesis: Faculty members lack certain technical and pedagogical skills necessary for effectively applying programming in their teaching in an evolving digital landscape.

2. How do different professional development programs influence faculty competencies in applied programming?

Hypothesis: Interdisciplinary and practical-based professional development programs significantly enhance faculty's programming skills and teaching effectiveness.

3. What innovative pedagogical strategies best engage participants in applied programming courses?

Hypothesis: Incorporating academic staff's subject knowledge along with active learning techniques and collaborative projects positively impacts their engagement and learning outcomes in applied programming.

2 Theoretical Approach and Methodology

An interdisciplinary approach is essential to this project as it merges insights from educational pedagogy, specifically adult learning and andragogy, and computer science, along with participants' diverse domain knowledge. This triangulation facilitates the design of relevant and effective professional development programs that directly address the unique needs of educators in academia, and foster the competencies required in various academic fields.

2.1 Novelty and ambition

The research project intends to establish a comprehensive and innovative competency framework specifically designed for faculty teaching applied programming in higher education. This framework will integrate contemporary digital technologies, interdisciplinary teaching strategies, and engagement techniques that have yet to be cohesively represented in current pedagogical literature.

By adopting an interdisciplinary approach that combines insights from educational pedagogy and computer science, as well as participants' diverse domain knowledge, the research project should contribute new theoretical perspectives on how programming education can be effectively integrated into a broader curriculum.

The research project expands the traditional objectives of programming education by placing a strong emphasis on faculty development to enhance student learning outcomes. Recognizing the educator as a pivotal factor in the learning environment is a step toward addressing systemic challenges present in current programming education.

The use of a mixed-methods research design which combines qualitative interviews and quantitative surveys should enable a more holistic understanding of the needs and challenges of the faculty members. This not only enriches data collection but also allows for triangulation of results to validate findings and enhance the credibility of the research outcomes.

Addressing sustainability and ethical implications of applied programming education will be an important aspect of the research project. By considering these elements in the development of curriculum and faculty training programs, the research project aims to enhance the understanding of ethical practices and social responsibility in education, addressing important issues relevant to today's technological landscape. The research project demonstrates considerable potential for developing new knowledge and advancing theories, methodologies, and empirical understanding in the context of applied programming in higher education. The ambitious objectives and innovations outlined the position of the research project at the forefront of efforts to rejuvenate programming education and enhance the competencies of educators within this essential field.

2.2 The impact

The objectives and innovations presented in this research aim to tackle pressing challenges in applied programming education within higher education institutions. By focusing on developing comprehensive competency frameworks, interdisciplinary training for faculty members, and innovative pedagogical strategies, the research project is positioned to generate valuable outputs that can significantly impact the field of programming education. Specifically:

- The research project aims to fill existing gaps in pedagogical approaches and professional development among faculty based on empirical research that identifies specific educational needs. By providing data-driven solutions, the research project can enhance the quality of programming education, making it more relevant to today's digital landscape.
- The resulting competency frameworks and teaching strategies will offer higher education institutions structured guidance on faculty development. The outputs will be aimed at improving teaching effectiveness and participant engagement, thus addressing notable challenges in programming education.
- To ensure that the outputs are reproducible and potentially reusable, the research project will adopt open science practices. This includes:
 - The research project will manage all research data according to FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable) principles, ensuring that data sets are well-documented and accessible for future researchers.
 - Any publications, frameworks, models, and algorithms developed will be made available through open-access platforms to facilitate wider dissemination and engagement with the research community.
 - Comprehensive documentation of research findings and professional development strategies will be provided to ensure that others can easily adapt and implement the methodologies in their own contexts.

By focusing on these areas, the research project outputs are expected to contribute substantially to the scholarly discourse on programming education, ultimately leading to advancements within the research area.

While the primary focus is academic, the research project holds significant potential for societal impact, as it directly addresses issues related to educational equity and the skills gap in the workforce. The expected societal impacts are outlined below:

- The research project aims to provide effective solutions to the identified barriers in access to quality programming education. By enhancing faculty competencies, the research project directly contributes to better educational outcomes for participants from diverse backgrounds, promoting inclusivity and equal opportunity in technology education.
- Several of the research project's objectives intersect with specific UN Sustainable Development Goals (SDGs), particularly:
 - SDG 4: By improving teaching practices and fostering an inclusive learning environment, the research project aims to ensure equitable access to quality education in programming.
 - SDG 8: By equipping participants with essential programming skills, the research project contributes to a more skilled workforce, thereby enhancing employability and driving economic growth in the technology sector.
- The research project will prioritize communication with relevant stakeholders, including educational institutions, and policymakers. Through forums, workshops, and publications, the research project aims to share findings and best practices, further amplifying the societal impact of its research outputs.

The research project is designed to not only advance academic knowledge but also address significant societal challenges, promoting sustainable educational practices and contributing to broader societal goals.

3 Bibliography

Alami, A., Madsen, C. Ø., & Krancher, O. (2022). Spotlight on the Positives: How Do Information Technology Projects Achieve Cost Underruns? *HICSS*, 1–10.

Martin, F., Budhrani, K., Kumar, S., & Ritzhaupt, A. (2019). Award-winning faculty online teaching practices: Roles and competencies. *Online Learning*, 23(1).

<https://doi.org/10.24059/olj.v23i1.1329>

Shon, S., Shin, H., Rim, D., & Jeon, H. (2024). Nursing faculty development program for digital teaching competence. *BMC Medical Education*, 24(1).

<https://doi.org/10.1186/s12909-024-05453-8>

Presentation

Engineering Students Learning Mathematics in Context

Frode Rønning

Department of Mathematical Sciences, Norwegian University of Science and Technology, Norway

Abstract: This paper is based on a project where mathematics is taught to engineering students with the aim of obtaining a closer connection between mathematics and engineering subjects – teaching mathematics in context. It is assumed that this will increase the perceived relevance of mathematics for the students. The paper will discuss opportunities and challenges involved when implementing a contextual approach to mathematics. Examples from electrical engineering are shown, and some results from surveys addressing students' perceived relevance of mathematics are presented.

Key words:

Mathematics for engineers, contextual learning, relevance of mathematics

1 Mathematics in Engineering Education

1.1 Connections Between Mathematics and User Programmes

Mathematics has for a long time been recognised as a central subject in engineering education, but there are different views as to what kind of mathematics engineering students should learn, and who should be teaching mathematics to them (Alpers, 2020; Bajpaj, 1985; Scanlan, 1985). In the last 20-30 years, there has been a rapid development in research on mathematics as a service subject, in particular in engineering education (Alpers, 2020). In an ICMI study from 1988, Howson et al. (as cited in Alpers, 2020, pp. 5–6) discuss three main questions regarding mathematics as a service subject, “Why?”, “What?” and “How?” Possible answers to “Why?” include enabling students to use techniques and concepts in application subjects, to make use of technology, to “read” mathematics for continuing professional development (learn mathematics as a language), and to have a mathematical “mode of thought”. To achieve this, cooperation between mathematicians and colleagues from application subjects was recommended (Alpers, 2020, p. 6).

Although more than 25 years have passed since the ICMI study, it can still be said that the connection between mathematics and user programmes is not well developed. Several recent studies show that there is a lack of connection between mathematics and engineering, and that students perceive the mathematics they learn as not relevant (Faulkner et al., 2019, 2020; Flegg et al., 2012; González-Martín & Hernandez-Gomes, 2017; Harris et al., 2015; Loch & Lamborn, 2016). Similar issues have been identified also with other user programmes, e.g., economics (see Landgärds-Tarvoll, 2024; Landgärds-Tarvoll & Göller, 2024).

1.2 Recent Trends in Engineering Education

Over the last 20 years, the so-called CDIO¹ initiative has had a strong impact on engineering education. A central idea in CDIO is that of an integrated curriculum, which also can be connected to the principle of contextual learning (Crawley et al., 2014, p. 33). CDIO also explicitly addresses mathematics in engineering education through the standard for Simulation-based mathematics: “Engineering programs for which the mathematics curriculum is infused with programming, numerical modelling and simulation from the start” (CDIO, 2022).

An NTNU, there is an ongoing process of revising the technology programmes, called Technology Studies for the Future (FTS², 2022), strongly inspired by CDIO ideas. In addition to creating stronger links between mathematics and the various engineering programmes, the revision also takes into account that the way mathematics is used in engineering has changed. Some topics have become more important, while others may be less important. Overall, the emphasis on computational methods and numerical analysis will be strengthened, in alignment with CDIO.

¹ CDIO: Conceive, Design, Implement, Operate (<http://www.cdio.org>)

² Fremtidens teknologistudier

At universities with large engineering programmes, mathematics is often taught in a rather generic way, although there are examples of mathematics being designed and taught particularly for specific engineering programmes (see e.g., Alpers, 2008, Enelund et al., 2011). At NTNU, a pilot project for FTS was designed (MARTA³) where mathematics was taught with the intention of maintaining a close relation to the engineering programmes involved (Bolstad et al., 2022; Rønning, 2022, 2023b). The project started with only one engineering programme, Electronic Systems Design and Innovation (MTELSYS) and was later extended to also include Cybernetics and Robotics (MTTK) and Industrial Chemistry and Biotechnology (MTKJ). The aim of the project was formulated as to strengthen the engineering students' learning output by developing student active ways of learning and accompanying assessment methods, based on seeing mathematics and engineering in connection, as well as to strengthen the students' perceived relevance of mathematics for their chosen study programme (Rønning, 2023a, p. 2).

For MARTA, four principles were formulated: Developing conceptual knowledge, Developing stronger integration between mathematics and engineering subjects, Developing student active ways of working and new assessment forms, and Developing a programme driven education (Rønning, 2023a, p. 4). These principles can be linked to the FTS principles 1, 3, 4 and 6 (see FTS, 2022, p. 11). For this paper, the principle of stronger integration between mathematics and engineering subjects will be the most central. This can also be linked to the CDIO principle of contextual learning (Crawley et al., 2014, p. 33). The questions that will be addressed in the paper are

1. What challenges and opportunities can be identified when implementing contextual learning in mathematics and engineering?
2. How do the students perceive the relevance of mathematics for their study programme?

For the first question, I will show examples indicating opportunities for integration and discuss their limitations, partly based on data from interviews and more informal discussions with both the mathematics teacher and an engineering teacher. For the second question, I base my discussion on results from student surveys where different questions pertaining to perceived relevance were asked.

2 Contextualised Mathematics

2.1 Modelling Electric Circuits

In electrical engineering, electric circuits is a basic topic which involves the use of mathematics. Textbooks for electrical engineering contain numerous examples and exercises involving modelling of circuits, e.g., RLC-circuits. Such circuits can be modelled with a linear second order differential equation with constant coefficients (see e.g., Nilsson & Riedel, 2011). In these cases, the mathematics is simple in the sense that it is possible to find an analytic solution. However, there are relevant examples of circuits with a non-linear behaviour, e.g., a circuit containing a light emitting diode (LED), a

³ Matematikk som redskap for tanken (Mathematics as a thinking tool)

voltage source and a resistor. The LED introduces a non-linear expression for the current, which makes the mathematics more complicated (see Bolstad et al., 2022).

Figure 1 shows an RLC-circuit which also contains an amplifier, characterised by a constant G . This circuit can be modelled with the linear differential equation (1) (Lundheim, 2021), where y is the voltage.

$$(1) \quad y'' + (1 - G) \frac{R}{L} y' + \frac{1}{LC} y = 0$$

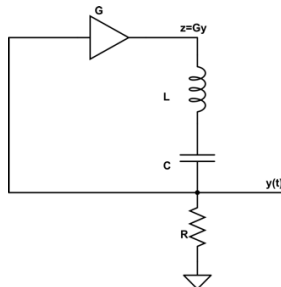


Figure 1. A circuit with an amplifier

If $G = 1$, the equation (1) has the form $y'' = -k^2 y$, with solutions $y = \sin(kx)$ and $y = \cos(kx)$, representing stable oscillations. This is what the engineer wants, but keeping $G = 1$ is impossible in practice. Therefore the circuit is modified by introducing non-linear components, resulting in a non-linear differential equation which does not have an analytic solution (see Rønning, 2023b). In the electronics course, the circuit can be built, and the output can be measured and visualised on an oscilloscope, and further compared to the results from the mathematical computations.

An important point to be made from these examples is that realistic, but still simple, engineering applications may lead to the need for mathematical methods that otherwise might not have been introduced, or perhaps would have been considered irrelevant by the students.

2.2 Issues with contextualised mathematics

To include the examples presented in 2.1 in mathematics requires knowledge from electrical engineering. It is desirable that the students actually can build the circuits and do measurements on them that can be compared with the results from mathematical computations. In the first phase of MARTA the connection to engineering was possible since the only engineering programme involved was MTELSYS. In the second phase, including also MTTK and MTKJ, this became more challenging. In an interview, the mathematics teacher in MARTA said that finding relevant examples from chemistry in the first year was challenging, firstly because he lacked knowledge in chemistry, and secondly, because good examples would require more background both in mathematics and in chemistry than the students had at the time. Electric circuits do not require so much background knowledge, and therefore the teacher used electric circuits as examples also for the mixed group of students, realising that by this approach a part of the student group might not find the examples that relevant. He also said that for the mixed group of students, the presentation became more general, or “more mathematical”. However, a model with specialised mathematics courses for each engineering programme at universities like NTNU with a very large and diverse

engineering education would not be economically feasible. Therefore, when scaling up the MARTA project, certain concessions have to be made.

3 Revising the Mathematics Courses to align with FTS

3.1 Developing the revised course portfolio

The development of the revised course portfolio has taken place in collaboration with the user programmes to decide what mathematical topics are most relevant for the different programmes and at what point in time it is desirable to introduce a certain topic. This has resulted in a splitting of the programmes in four clusters where the sequence and emphasis of topics vary between the clusters. A common feature for all clusters is increased emphasis on computational mathematics and also on linear algebra. Other topics, like complex analysis, may be reduced or taken out for some of the programmes where this topic traditionally has been included.

3.2 Differences between programmes in perceived relevance

In 2022, 2023 and 2024, identical questionnaires were administered to all first-year student in the Master of Technology (siv.ing.) programmes where some items addressed the connection between mathematics and engineering. The results indicate that there seems to be a difference between study programmes regarding the perceived relevance of mathematics, and also regarding the extent to which mathematics is visible in the engineering subjects. Table 1 shows some results regarding Item A: “I don’t think the mathematics I have learned is very relevant for my study programme”. Here OTHER means all study programmes not part of MARTA. All the numbers are from 2023 where MARTA included MTELSYS, MTTK and MTKJ. Here, MTTK is significantly (shown by Fisher’s exact test) different from MTKJ and OTHER, and also MTKJ shows significantly lower relevance than OTHER.

	Agree (%)	Disagree (%)
MTKJ (<i>n</i> = 37)	46.0 (17)	54.0 (20)
MTTK (<i>n</i> = 39)	10.3 (4)	89.7 (35)
OTHER (<i>n</i> = 472)	26.7 (126)	72.3 (346)

Table 1: Item A: “I don’t think the mathematics I have learned is very relevant for my study programme”.

The perceived relevance could be connected to the extent to which teachers in engineering subjects point to the importance of mathematics. This is addressed in Item B: “Teachers in other subjects (not mathematics subjects) have made the importance of learning mathematics visible”. Here, MTTK scores significantly better than both MTKJ and OTHER, also shown by Fisher’s exact test.

	Agree (%)	Disagree (%)
MTKJ ($n = 37$)	70.3 (26)	29.7 (11)
MTTK ($n = 40$)	95.0 (38)	5.0 (2)
OTHER ($n = 472$)	64.0 (302)	26.0 (170)

Table 2: Item B: “Teachers in other subjects (not mathematics subjects) have made the importance of learning mathematics visible”.

It is important to emphasise that these results reflect the students’ perception after their first year of study. It may very well be that for some programmes, the importance of mathematics will be visible later.

4 Discussion

In this brief presentation I have shown that teaching mathematics in context is indeed possible, and examples from engineering may trigger the introduction of mathematical topics and methods that otherwise might not have been included in the mathematics courses. However, if the students cannot relate to the examples, the examples will not have the desired effect. Therefore, it is recommended that the students are split according to their engineering programme, but to what extent this may be accomplished is a matter of available resources. To be able to introduce realistic examples requires a close collaboration between teachers in mathematics and engineering subjects. There is evidence to suggest that there are differences between engineering programmes regarding to what extent the importance of mathematics is made visible at an early stage, and there may be good reasons for such differences. Such differences have also been observed by other researches (Faulkner et al., 2020; González-Martín et al., 2021). Lack of connections could lead to loss of motivation and further to drop-out (Faulkner et al., 2019; Flegg et al., 2012). Drop-out often happens early, and therefore it can be argued that it is important to make the connection between mathematics and engineering early. There is also evidence to show that if the mathematics that is learnt early is only used at a later stage, the students struggle to make use of it (Faulkner et al., 2019; Harris et al., 2015).

References

- Alpers, B. (2008). The mathematical expertise of mechanical engineers: The case of machine element dimensioning. In B. Alpers, S. Hibberd, D. Lawson, L. Mustoe, & C. Robinson (Eds.), *Proceedings of the 14th SEFI-MWG European Seminar on Mathematics in Engineering Education, Loughborough, 6-9 April 2008* (pp. 1–7). SEFI.
- Alpers, B. (2020). *Mathematics as a service subject at the tertiary level. A state-of-the-art report for the Mathematics Interest Group*. European Society for Engineering Education (SEFI).
- Bajpai, A. C. (1985). The role of mathematics in engineering education: A mathematician’s view. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 16(3), 417–430.
- Bolstad, T., Høyvik, I.-M., Lundheim, L., Nome, M., & Rønning, F. (2022). Study programme driven engineering education: Interplay between mathematics and engineering subjects. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, 41(4), 329–344. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrac010>

- CDIO. (2022). *CDIO. Optional standards 3.0*. <http://www.cdio.org/content/cdio-optional-standards-30>
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. R., & Edström, K. (2014). *Rethinking engineering education. The CDIO approach* (2nd ed.). Springer.
- Enelund, M., Larsson, S., & Malmqvist, J. (2011). Integration of a computational mathematics education in the mechanical engineering curriculum. In P. M. Hussmann (Ed.), *Conference proceedings 7th International CDIO Conference, Technical University of Denmark, 20th - 23th June 2011* (pp. 996–1012). Technical University of Denmark.
- Faulkner, B., Earl, K., & Herman, G. (2019). Mathematical maturity for engineering students. *International Journal for Research in Undergraduate Mathematics Education*, 5(1), 97–128. <https://doi.org/10.1007/s40753-019-00083-8>
- Faulkner, B., Johnson-Glauch, N., San Choi, D., & Herman, G. L. (2020). When am I ever going to use this? An investigation of the calculus content of core engineering courses. *Journal of Engineering Education*, 109(3), 402–423. <https://doi.org/10.1002/jee.20344>
- Flegg, J., Mallet, D., & Lupton, M. (2012). Students' perceptions of the relevance of mathematics in engineering. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 43(6), 717–732. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2011.644333>
- FTS. (2022). *Teknologiutdanning 4.0: Anbefalinger for utvikling av NTNUs teknologistudier 2022-2030* [Technology education 4.0: Recommendations for development of NTNU's technology studies 2022-2030]. NTNU.
- González-Martín, A. S., & Hernandez-Gomes, G. (2017). How are calculus notions being used in engineering? An example with integrals and bending moments. In T. Dooley & G. Gueudet (Eds.), *Proceedings of the Tenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2073–2080). DCU Institute of Education and ERME.
- Harris, D., Black, L., Hernandez-Martinez, P., Pepin, B., & Williams, J. (2015). Mathematics and its value for engineering students: What are the implications for teaching? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 46(3), 321–336. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2014.979893>
- Langårds-Tarvoll, I. (2024). Understanding the challenges of the secondary-tertiary transition in mathematics for economics in higher education: A literature review. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, 43(4), 251–272. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrad011>
- Langårds-Tarvoll, I., & Göller, D. (2024). Bridging mathematical and microeconomic perspectives: A praxeological analysis of the Lagrange multiplier method. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, 43(4), 315–338. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrae020>
- Loch, B., & Lamborn, J. (2016). How to make mathematics relevant to first-year engineering students: Perceptions of students on student-produced resources. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(1), 29–44. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2015.1044043>
- Lundheim, L. (2021). *Oscillatorar, tilbakekopling, difflikningar, dynamiske system og litt til* [Oscillators, feedback, differential equations, dynamical systems and some more]. Lecture notes for TTT4265 Electronic systems design and analysis I/II, Trondheim, NTNU.
- Nilsson, J. W., & Riedel, S. W. (2011). *Electric circuits* (9th ed.). Pearson Education Inc.
- Rønning, F. (2022). Learning mathematics in a context of electrical engineering. In R. Biehler, M. Liebendörfer, G. Gueudet, C. Rasmussen, & C. Winsløw (Eds.), *Practice-oriented research in tertiary mathematics education* (pp. 603–619). Springer.
- Rønning, F. (2023a). *MARTA: Matematikk som redskap for tanken: Integrasjon av matematikk i ingeniørutdanning* [MARTA: Mathematics as a thinking tool: Integration of mathematics in engineering education]. NTNU.
- Rønning, F. (2023b). Mathematics and engineering: Interplay between praxeologies. In T. Dreyfus, A. S. González-Martín, J. Monaghan, & P. W. Thompson (Eds.), *The Learning and Teaching of Calculus Across Disciplines – Proceedings of the Second Calculus Conference* (pp. 165–168). MatRIC. <https://matriccalconf2.sciencesconf.org/>
- Scanlan, J. O. (1985). The role of mathematics in engineering education: An engineer's view. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 16(3), 445–451.

Presentasjon

Tverrfaglig kompetanse og bærekraftskompetanse: hvordan fremme integrasjon i prosjektarbeid?

Anja Røyne^{1,2}, Nina Simon², Martine Nyheim² og Helene Victoria Haynes²

¹ Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, Norge

² Senter for tverrfaglig utdanning (INTED), Universitetet i Oslo, Norge

Sammendrag: I undervisning kan prosjektarbeid i grupper være en god arena for å la studenter utvikle sine kompetanser innen bærekraft og tverrfaglighet. Spesielt relevant er evnen til å integrere ulike perspektiver, men for å oppnå integrasjon kreves god tilrettelegging fra underviserens side. Her utforsker vi noen tiltak som er gjort for å tilrettelegge for bedre tverrfaglig samarbeid i to bærekrafts-emner innen fysikk, og ser på hvorvidt disse tiltakene bidrar til å bedre integrasjon.

Nøkkelord:

samarbeidskompetanse, tverrfaglighet, umedgjørliche problemer, prosjektarbeid, bærekraft

1 Introduksjon

Kompetanser i høyere utdanning refererer sett med kunnskap, ferdigheter og holdninger (NOU 2018: 2) som institusjonen eller underviseren har mål om å støtte utviklingen av hos studentene. I dette bidraget tar vi utgangspunkt i skjæringspunktet mellom to ulike kompetansebegreper: *bærekraftskompetanse* og *tverrfaglig kompetanse*.

En nyttig oversikt over bærekraftskompetanse er presentert i UNESCOs nøkkelkompetanser for bærekraft, bredt anerkjente kompetanser som samfunnsborgere trenger å ha for å kunne «engasjere seg konstruktivt og ansvarlig i dagens verden» (Rieckmann, 2017). Disse inkluderer blant annet *strategisk kompetanse*, *samarbeidskompetanse* og *integrert problemløsningskompetanse*.

Tverrfaglighet er en viktig dimensjon innen arbeidet med bærekraft, men *tverrfaglig kompetanse* er også et uttalt mål i flere studieprogrammer fordi den er etterspurt av arbeidsgivere og viktig for innovasjon. I kjernen av tverrfaglig kompetanse ligger evnen til å *integre* disiplinær kunnskap (Klein, 1990; Boix Mansilla og Duraising, 2007). Integrasjon kan forstås på mange ulike måter, men grunnleggende referer det til det å kombinere ulike aspekter av et tema på slik at det fører til bedre forståelse av både enkeltdeler og helheten (Clark og Wallace, 2015).

Integrasjon skjer ikke av seg selv, men krever tilrettelegging (Clark og Wallace, 2015). Et viktig spørsmål for undervisere er derfor hvordan de kan legge til rette for at studentene utvikler sin kompetanse i tverrfaglig integrasjon og problemløsning. I dette bidraget tar vi utgangspunkt i et undervisningsopplegg utviklet gjennom til sammen åtte gjennomføringer av to fysikkemner med bærekraftstematikk. Vi ser på hvilke grep som har blitt gjort for å fremme integrasjon, hvilken effekt tiltakene har hatt, og diskuterer videre tiltak.

2 Metode

2.1 Emnene: FYS1030 og FYS1035

FYS1030 – Fysikk og energiresurser (vårsemester) og FYS1035 – Fysikk og klimaendringer (høstsemester) er emner ved Fysisk institutt på UiO. Emnene ble gitt første gang i 2021. Siden høsten 2023 (H23) har emnene vært tilbudt som valgfrie emner i UiO sitt tverrfaglige Bærekraftsertifikat for bachelorstudenter, og siden V24 har FYS1030 vært en obligatorisk del av bachelorprogrammet Kjernefysikk og nukleærteknologi. Antall studenter som tar eksamen har ligget mellom 5 og 34.

Emnene er en videreføring av det tidligere bacheloremnet FYS1010 – Miljøfysikk, oppdatert med nye undervisningsformer og splittet i to 5-poengs emner for å gjøre dem mer tilgjengelige for studenter utenfra og for UiO-studenter som ønsker å ta dem ved siden av andre studier. Emnene har ingen formelle opptakskrav og er ment å skulle gi et faglig utbytte for studenter med mange ulike bakgrunner. Overordnede mål med emnene er å gi fysikkstudenter et anvendt perspektiv på faget sitt, gi et faglig grunnlag til å bidra i

samfunnsdebatten om klima- og energispørsmål, og å trene studentene i tverrfaglig samarbeid.

2.2 Prosjektarbeid i grupper

Begge emnene avsluttes av et prosjektarbeid der studentene jobber i grupper gjennom en periode på 5 uker. Studentene velger problemstilling selv, men kan ta utgangspunkt i et knippe oppgaveforslag som er presentert på emnets nettside. Sluttproduktet er en innlevering der gruppene får velge blant sjangrene Vitenskapelig artikkel, Rapport, Video eller Podcast. I tillegg leverer studentene et kort individuelt refleksjonsnotat der de beskriver sitt arbeid og læringsutbytte i prosjektet.

For å utvikle *strategisk kompetanse* skal studentene definere målgruppe for innleveringen sin og være bevisste i hvordan de utformer problemstillingen og presenterer resultatene med tanke på målgruppen. Etter innlevering kommer et obligatorisk seminar der gruppene presenterer sine resultater i plenum. Dette fungerer også som eksamen i emnet, med karakterskala bestått/ikke bestått. Gruppene oppfordres til å benytte et tilbud om tre halvtimes veiledningsøkter med faglærer i løpet av prosjektperioden.

2.3 Analyse

Analysen som presenteres her er basert på faglærer (Røyne) sine oppsummerende notater etter hvert semester, som inneholder innspill fra studentenes skriftlige evalueringer, notater fra evalueringsmøte med to kontaktstudenter etter hver eksamen, og faglærers egne refleksjoner med forslag til endringer for neste semester. Formålet med analysen er å undersøke i hvilken grad det opprinnelige undervisningsopplegget og endringer som er gjennomført underveis bidrar til å utvikle bærekraftskompetanse og tverrfaglig kompetanse hos studentene, med spesielt fokus på integrasjon.

3 Resultater

Her har vi valgt å fokusere på to ulike grep som er gjort i emnene: styrt gruppesammensetning og innføring av strukturer i gruppearbeidet. Vi viser hva som har blitt gjort og hvordan det er evaluert underveis.

Overordnet sett har faglærers refleksjoner vært basert på både diskusjoner med studenter underveis i arbeidet og på kvaliteten på arbeidet som har blitt levert. Oppgaver med god kvalitet kjennetegnes av at studentene har greid å stille et sett av relevante og interessante spørsmål og kommet fram til ny informasjon og innsikt der bidragene fra de ulike studentene har utfyllt hverandre. I stedet for et overflatisk resultat med oppramsing av lett tilgjengelige fakta har de stilt spørsmål ved premisser og antakelser og brukt dem til å komme dypere inn i problemstillingen.

3.1 Sammensetning av grupper

I de tre første gjennomføringene av emnene ble gruppene satt sammen basert på ønsker fra studenter, der de både kunne ønske seg tema og hvem de helst ville jobbe

sammen med. I seminarene før prosjektperioden var det også opp til studentene selv å velge hvem de ville sitte sammen med.

I evalueringsmøtet V22 spilte studentene inn at det ville være bedre om faglærer satte sammen grupper til både undervisning og prosjektoppgaver. Faglærer hadde også lagt merke til at selvorganisering blant studentene kunne gi grupper som var både faglig og sosialt homogene, og at disse ofte resulterte i mer overflatisk læring og dårlige resultater enn mer balanserte grupper. Derfor fikk studentene fra H22 ikke lenger mulighet til å ønske seg hvem de skulle samarbeide med i prosjektet.

Erfaringene fra de videre semestrene har vært at det har stor nytte at faglærer selv setter sammen gruppene. Det krever kjennskap til studentene, noe man kan få gjennom selv å være aktivt til stede i undervisningen. Studentene blir også bedt om å fylle ut en kort undersøkelse ved semesterstart der de forteller om sin bakgrunn og motivasjon, som fungerer som en god hjelp for faglærer.

Reaksjonene fra studentene var positive. I evalueringen for V23 forteller en student at hen *«Synes det var fint å kunne utfordre meg selv litt med å jobbe i grupper med andre. Ettersom jeg ikke har gjort dette så ofte før i en fysikk setting»*.

Godt gruppearbeid krever at studentene føler seg trygge sammen, noe som krever at de bruker litt tid på å bli kjent. Seminarene i forkant av prosjektperioden er en god arena for å legge til rette for dette, men ved selvorganisering på seminarer blir vanligvis de samme studentene sittende sammen hver gang. Dette ble forsøkt motvirket fra H22 ved å oppfordre studentene til å sette seg sammen med noen nye i hvert seminar, uten at det fungerte så godt. Fra og med V24 har derfor gruppene til seminar blitt satt sammen av faglærer. Studentene får beskjed om å si fra på forhånd hvis de ikke kan komme, og så blir det lagt ark med navn på hvert bord før seminaret starter.

I den skriftlige evalueringen for V24 skrev en student at hen *«Følte meg sett som student, i motsetning til andre emner hvor vi er store grupper»*. Studentene i evalueringsmøtet for H24 la vekt på opplevelsen av et trygt klasserom og muligheten for å bli kjent med hverandre. I tillegg til den positive effekten på studentenes læring gir jobben med å sette sammen grupper å følge med på hvem som er til stede faglærer et godt grunnlag for å sette sammen gruppene til prosjektarbeidet.

3.2 Hjelpestrukturer i gruppearbeid

I begynnelsen var prosjektdelen i emnet utformet slik at studentene var forventet å starte opp på egenhånd, og deretter klare seg med den oppfølgingen de fikk i veiledningstimene fram til innlevering. Det viste seg imidlertid raskt at noen grupper kom for sent i gang med oppgaven til å kunne komme ordentlig i dybden i sin problemstilling. Derfor ble det innført to ekstra innleveringer fra H22, en der gruppene skulle definere problemstilling for oppgaven, og en med en detaljert plan for arbeidet. Det gjorde at flere grupper kom i gang i tide, og gav faglærer mulighet til å fange opp eventuelle problemer.

I evalueringen for V23 uttrykte en student at *«Det er fint at gruppene settes sammen av folk med ulik bakgrunn. En utfordring er at man kan ha veldig forskjellige tanker om hva slags stoff som er relevant for å svare på problemstillingen. En tydeligere guide som gruppa kunne bruke til å kvalitetssikre prosjektoppgaven sin hadde vært fint. Det kjennes litt feil å ta rollen som gruppeleder og fortelle de andre gruppemedlemmene om hva som er godt nok, og hva som ikke er det.»* Dette stemte overens med faglærers refleksjoner om at studentene trengte en tydeligere veiledning om hva som var forventet i

gruppearbeidet, om kildebruk og om kriteriene i de ulike sjangrene. Studenter fra ulike fagfelt hadde ofte ulike oppfatninger om hva et prosjektarbeid skulle inneholde og hvordan arbeidet skulle foregå, uten at det ble snakket eksplisitt om, og det kunne føre til utfordringer i gruppene.

For H23 ble det laget flere veiledninger på emnesiden, men de gav begrenset resultat. Derfor ble det fra V24 innført et eget seminar for prosjektoppstart der faglærer gjennomgår temaer som gruppedynamikk, innholdet i et prosjektarbeid, hva som utgjør en god problemstilling, litteratursøk og kildehåndtering. Til slutt får gruppene tid til å starte arbeidet med å utarbeide sin problemstilling.

I evalueringen for V24 svarte studentene at oppstartsseminaret gjorde det enklere å komme i gang med oppgaven, men etterspurte mer konkret veiledning om hva som utgjør en god problemstilling. Etter H24 foreslo studentene å ta med konkrete eksempler på gode og mindre gode problemstillinger i seminaret for å diskutere dem opp mot hverandre. Dette skal testes V25.

4 Diskusjon

En delkompetanse innen tverrfaglig kompetanse er kunnskap om disipliner, som gjelder både egen disiplin og andres disipliner (Spelt et al., 2003; Schjif et al., 2022). Integrasjon fordrer at studentene er trygge nok i sitt eget fag, men også har ydmykhet ovenfor andre disipliner (epistemic humility/awareness). Det å opparbeide en slik tillit krever tid, og siden prosjektarbeidet skjer over en begrenset tidsperiode har det vist seg verdifullt å legge vekt på at studentene skal bli kjent i seminarene tidlig i semesteret. Det virker også nyttig å snakke eksplisitt om gruppedynamikk og typiske utfordringer i oppstartsseminaret. Å kunne bidra til konstruktiv gruppedynamikk er et viktig aspekt av *samarbeidskompetanse*.

Boix Mansilla og Duraising (2007) peker på behovet for en form for felles rammeverk i tverrfaglig samarbeid, som de kaller *integrative framing device* (integrasjonsverktøy). Verktøyet kan for eksempel ta form av en modell, teori, definisjon, et problem eller et forskningsspørsmål, men må være noe som alle deltakerne i samarbeidet kan få et eierskap til og klare å bygge opp et felles språk rundt. Først når gruppen har et slikt felles rammeverk i bunn kan de klare å trekke inn sine ulike faglige perspektiver og de andre deltakerne med å forstå deres bidrag.

Opplevelsene og refleksjonene i dette arbeidet tyder på at de mer eksplisitte instruksjonene som studentene har fått gjennom oppstartsseminar og innleveringer underveis har fungert som integrasjonsverktøy. I stedet for å snakke forbi hverandre og starte arbeid basert på ulike forståelser har studentene kunnet bruke disse verktøyene til å forankre diskusjonen i en felles forståelse. Det har gitt bedre kvalitet på en del av oppgavene, og det har gjort studentene i stand til å etterspørre enda bedre tilrettelegging av arbeidet.

Det som fortsatt mangler er å gi studentene bedre verktøy for å finne en god problemstilling, i den forstand at den utformet på en lik måte at det er mulig å komme fram til et svar som øker vår forståelse av hvordan verden fungerer (Huntington-Klein, 2021), og at hele gruppa opplever den som relevant for deres egne faglige interesser og

ambisjoner. V25 testes et opplegg som kombinerer diskusjon av tidligere eksempler med en strukturert idemyldringsøvelse i prosjektoppstartsseminaret.

Selv om emnene som er diskutert her ligger i et bestemt fag, bør grepene som er gjort her ha overføringsverdi til tverrfaglig prosjektarbeid også utenfor fysikk.

Referanser

- Boix Mansilla, V. B., & Duraising, E. D. (2007). Targeted Assessment of Students' Interdisciplinary Work: An Empirically Grounded Framework Proposed. *The Journal of Higher Education*, 78(2), 215–237.
- Clark, S. G., & Wallace, R. L. (2015). Integration and interdisciplinarity: Concepts, frameworks, and education. *Policy Sciences*, 48(2), 233–255.
- Huntington-Klein, N. (2021). *The Effect: An Introduction to Research Design and Causality*. CRC Press.
- Klein, J.T. (1990). *Interdisciplinarity: History, Theory, and Practice*. Detroit: Wayne State University Press
- NOU 2018: 2. (2018). *Fremtidige kompetansebehov I – Kunnskapsgrunnlaget*. Kunnskapsdepartementet.
- Rieckmann, M. 2017. *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Paris: UNESCO Publishing.
- Spelt, E. J., Biemans, H. J., Tobi, H., Luning, P. A., & Mulder, M. (2009). Teaching and Learning in Interdisciplinary Higher Education: A Systematic Review. *Educational Psychology Review* 21 (4): 365–378.
- Schijf, J. E., van der Werf, G. P. C., & Jansen, E. P. W. A. (2022). Measuring interdisciplinary understanding in higher education. *European Journal of Higher Education*, 13(4), 429–447.

Presentation

Student perceptions of instructor mindset in introductory mathematics

Therese Romslo Saltskår¹ and Sehoya Cotner²

¹ Department of Mathematics and STEM Education Research Center, University of Bergen, Norway

² STEM Education Research Center and Department of Biological Sciences, University of Bergen, Norway

Summary: Mathematics is a critical foundation for STEM education, yet many students struggle with introductory courses, influencing their persistence in STEM. Research suggests that students' perceptions of their instructors' mindset (i.e. whether they believe intelligence is fixed or malleable) can significantly impact motivation and performance. While studies have explored instructor mindset and students' perception of it, less is known about how accurately students perceive their instructors' mindset and whether this differs between lecturers and teaching assistants (TAs).

This study investigates the alignment between students' perceptions and instructors' self-reported mindset in introductory mathematics courses across five Norwegian universities. We collected survey data from 1082 students and 44 instructors, measuring both mindset beliefs and students' reasoning for their perceptions. Initial findings indicate that students generally perceive their instructors as having a growth mindset, regardless of actual beliefs. Differences were observed between lecturers and TAs, with students more likely to overestimate TAs' growth mindset.

These results provide insights into how students interpret instructor behavior and how mindset beliefs are communicated in the classroom. Understanding these dynamics is important for contributing to professional development for instructors, particularly TAs, and for fostering a learning environment that supports student persistence and success in STEM fields.

Keywords:

Growth mindset, teaching assistants, mathematics education, STEM education, mindset beliefs

1 About the contribution

Introduction

Educating candidates in STEM is important for meeting current and future employment demands (Kunnskapsdepartementet, 2023). Increasing the number of STEM candidates requires attention towards psychological and social factors that influence student motivation, persistence and success.

Research suggests that experiences in introductory mathematics significantly impact persistence in STEM fields (Kopparla, 2019; White, 2024). This relationship particularly holds for women, who are more likely to leave STEM due to experiences in introductory mathematics (Ellis et al., 2016). One factor that may influence student motivation and performance in these courses is mindset beliefs, which refers to whether people believe that intelligence is a fixed trait (*fixed* mindset) or something which can be changed and cultivated through learning (*growth* mindset) (Dweck, 2013).

Instructor mindset can significantly impact students' self-belief, motivation, and academic success (Brown & Cross, 2020; Canning et al., 2019). The same can be seen for students' perceptions of instructor mindset. Students perceiving their instructors to have a growth mindset are more likely to adopt adaptive learning strategies, persist through challenges, and ultimately remain in their study programs (Canning et al., 2022; LaCosse et al., 2021).

However, little research has examined whether students' perceptions of instructor mindset align with instructors' actual beliefs, particularly in the context of introductory mathematics. One previous study found that students agreed somewhat with their STEM instructors' self-reported mindset beliefs, but found no detectable student-instructor alignment for mindset behavior (Muenks et al., 2024). Understanding this alignment between instructor behaviors and student perceptions of mindset may prove critical for improving teaching practices and fostering student success in mathematics-intensive programs.

To our understanding no such research has yet been conducted which differentiates between lecturers and teaching assistants (TAs). Students perceive lecturers and TAs differently. Lecturers are seen as more knowledgeable, authoritative and structured, while TAs are perceived as more approachable, relatable, and interactive (Clements et al., 2022; Kendall & Schussler, 2012; Wheeler et al., 2017). This may lead to students picking up lecturers' and TAs' mindset beliefs differently, and could ultimately inform our professional development efforts supporting TAs.

We aim to fill this gap in the literature by considering how well students pick up on their instructors' (lecturers and TAs) mindset in introductory mathematics across five Norwegian universities. We also aim to identify which thoughts and behaviors lead to forming a perception of mindset.

Our research questions are:

1. To which degree do students pick up on their mathematics instructors' mindset?
 - a. Do students pick up lecturers' and TAs' mindsets differently?
 - b. Do student demographics (e.g. gender) influence perception of instructor mindset?
2. Which teaching behaviors do students associate with a growth or fixed mindset?

Methodology

We surveyed students in 7 first-year introductory mathematics courses across 5 Norwegian universities. Instructors (lecturers and TAs) were also surveyed. Surveys, distributed through Canvas or SurveyXvt, were distributed mid-to-late November 2024, with the intention that at this point of the semester students were familiar with their instructors, and still participated actively in the class before exams.

To measure mindset quantitatively, we used two items from the Theories of Intelligence Scale (Dweck, 2013). The wording of these items was slightly altered to better fit the current context. These two items were used in order to be consistent with previous related research (Muenks et al., 2024), where the same items were used to measure faculty mindset. The items used were:

1. "Students have a certain amount of intelligence, and they really can't do much to change it."
2. "Your intelligence is something about you that you can't change very much."

Instructors were asked to state their agreement to these statements using a Likert scale from 1 (completely disagree) to 7 (completely agree). Students were asked to state their own agreement as well as how they believe their lecturer and primary TA would respond. Students were also asked in open-ended questions to justify why they believed that their lecturer and TA would respond in the way that they had previously stated.

We also collected personal information such as gender (for instructors and students) and whether one or more of a participants' parents had attended higher education (students only).

A sequential mixed methods framework was used to analyze the data, analyzing quantitative items first before elaborating on these using the qualitative items. Quantitative analysis was performed using R (R Core Team, 2024) while qualitative analysis was performed manually.

Results

1082 students and 44 instructors (12 lecturers and 32 TAs) consented to take part in the study. This section presents quantitative and qualitative results from initial analyses of the dataset.

Occasionally the scores on the two mindset items will be treated as one average score. Cronbach's alpha showed high internal consistency $\alpha = 0.88$ to $\alpha = 0.93$, which justifies this decision.

Quantitative results on perceptions of mindset

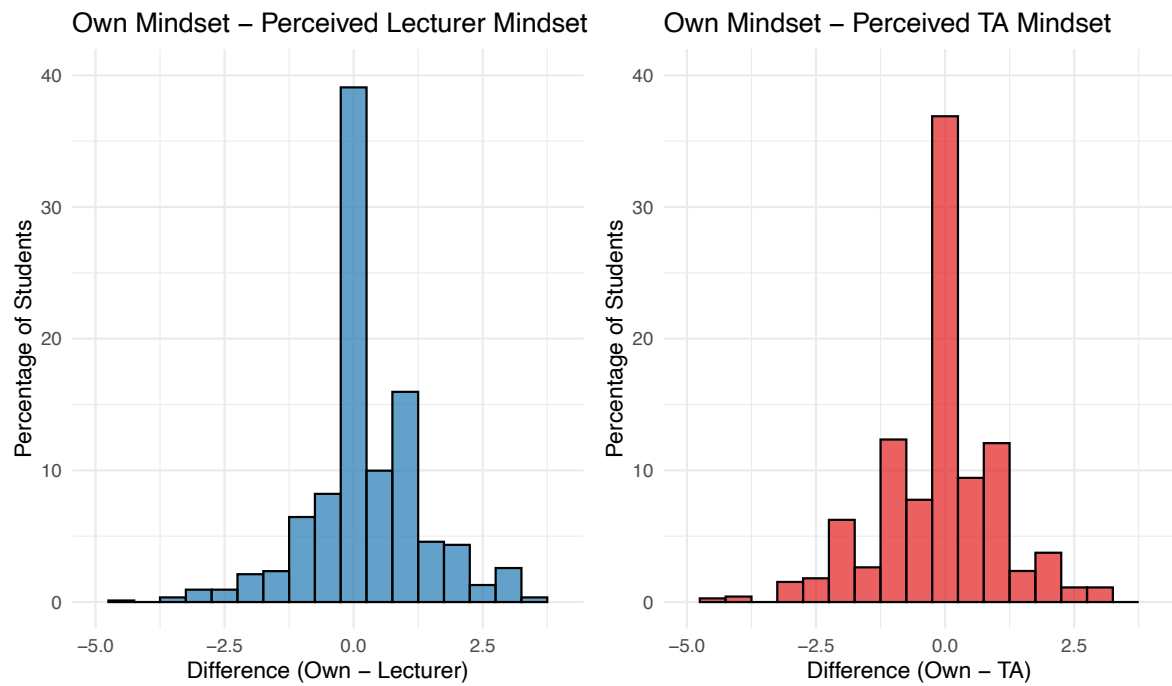


Figure 1: Histograms showing the difference between students' own mindset and their perceived lecturer (left) and TA (right) mindset.

Figure 1 shows that students tend to perceive their instructors' mindset as similar to their own. For example, 57,2% percent of students perceive a difference of less than one point between their own mindset and their lecturer's mindset. This was 54,1% for students and their TAs.

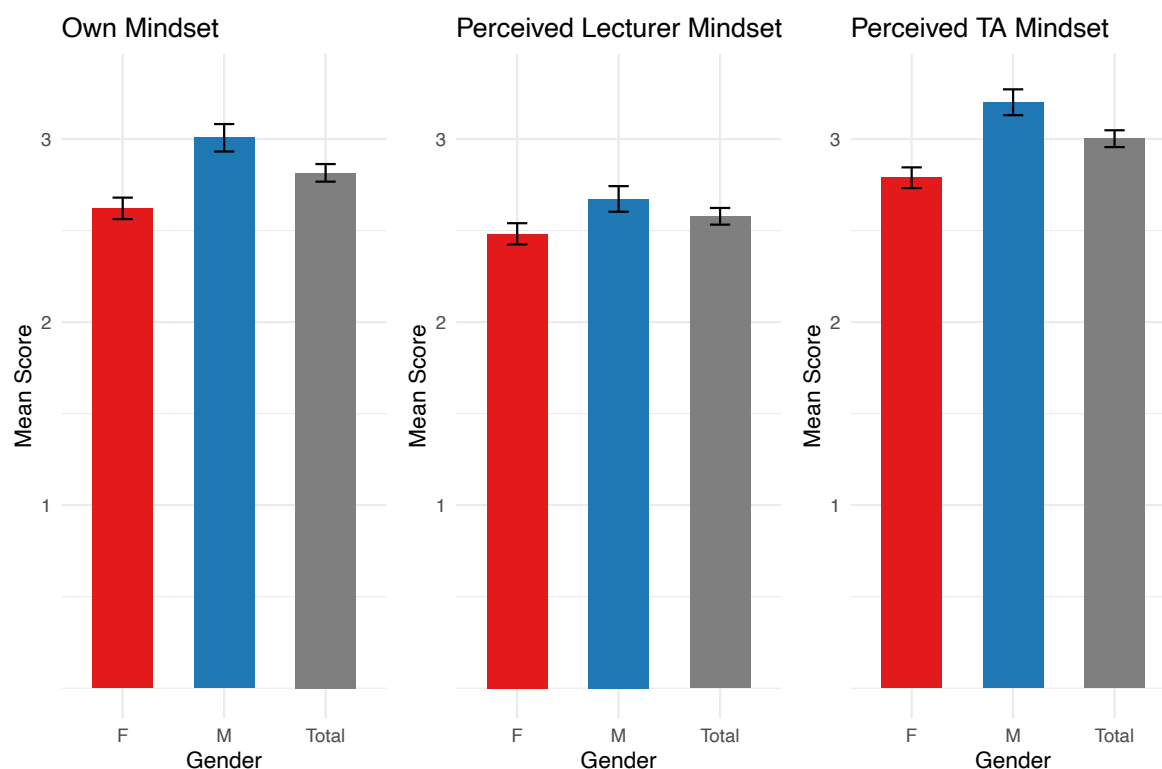


Figure 2: Bar charts showing average scores of own mindset, perceived lecturer's mindset and perceived TA's mindset for female (F) and male (M) students.

Considering now gender differences, female students scored lower than male students on all three metrics, as shown in Figure 2. A lower score corresponds to more of a growth mindset. The difference was significant for students' own mindset ($p < 0,001$) and perceived TA mindset ($p < 0,0001$), but not for perceived lecturer mindset.

Alignment between instructor mindset and perceived instructor mindset

Out of 12 lecturers who were surveyed, we were able to match 7 lecturers' answers to their students' perceived answers. Figure 3 shows the spread of students' perceived mindset answers compared to the lecturer's actual answer. The results show that students tend to perceive their lecturer as having a growth mindset (average score ~ 2), regardless of their lecturer's actual mindset. The exception is lecturer 4, where students agreed with the lecturer's average score of 4.

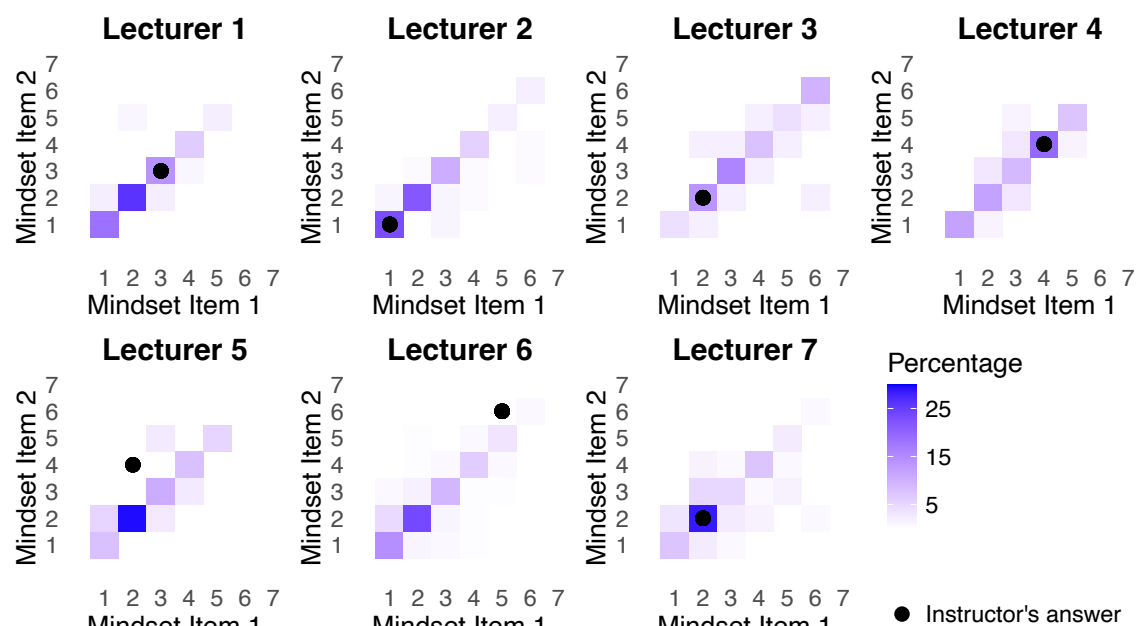


Figure 3: Heatmaps displaying how students perceived their lecturer's answers to the two mindset items, compared to how the lecturer actually answered.

We consider now the same measure for TA's. Figure 4 shows a different pattern for TA's than for lecturers. While most TA's report a low score (i.e. a growth mindset) there are several cases where their students overestimate this score, which can be seen for example for TA 1, TA 7, TA 8 and TA 9.

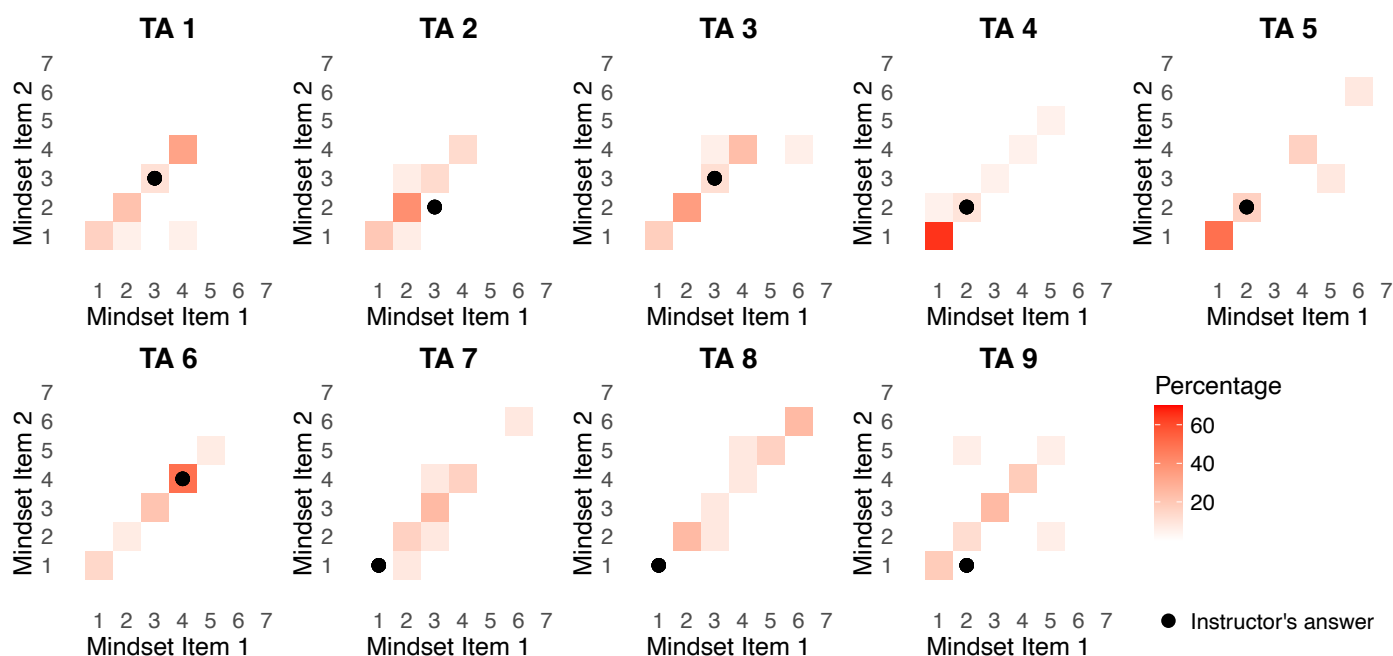


Figure 4: Heatmaps displaying how students perceived their primary TA's answers to the two mindset items, compared to how the TA actually answered.

To quantify the alignment between instructors' mindset scores and students' perceived scores, a Mean Square Error (MSE) was computed for each instructor (Tables 1 and 2). There was no statistically significant difference between the MSEs for lecturers and TAs.

Table 1: A comparison of lecturers' average mindset scores with students' perceived scores, with computations of MSE for each lecturer.

Lecturer	Actual Average Score	Perceived Average Score	Mean Square Error (MSE)
1	3,0	2,319	1,848
2	1,0	2,377	3,851
3	2,0	3,566	4,836
4	4,0	3,060	2,800
5	3,0	2,571	1,429
6	5,5	2,426	10,966
7	2,0	2,500	1,402
Average MSE for lecturers			3,876

Table 2: A comparison of TAs' average mindset scores with students' perceived scores, with computations of MSE for each TA.

TA	Actual Average Score	Perceived Average Score	Mean Square Error (MSE)
1	3,0	2,750	1,486
2	2,5	2,200	0,950
3	3,0	2,676	1,544
4	2,0	1,725	1,563
5	2,0	2,333	2,833
6	4,0	3,286	1,857
7	1,0	3,458	8,479
8	1,0	4,000	11,458
9	1,5	2,969	3,641
Average MSE for teaching assistants			3,757

Identifying reasons for perceiving a growth or fixed lecturer mindset

Looking now at the open-ended questions on students' justification for their perceived instructors' answers, we consider perceptions of lecturer mindset. In total, 702 students gave answers to the open-ended question on lecturer mindset. We separate these into those who perceived their lecturer as having a growth mindset (average score ≤ 3) and a fixed mindset (average score ≥ 5). We thus discard those who gave an average score between 3,5 and 4,5.

76,9% of open-ended answers belonged to students perceiving their lecturer to have a growth mindset. We can classify the source of a perception as internal (i.e., of the form "I believe my lecturer gave this score because I think that..."), or external (i.e., of the form "I believe my lecturer gave this score because of their behavior, such as..."). Table 3 summarizes the findings and gives example student quotes.

Table 3: An overview of students' reasons for perceiving their lecturer to have a fixed or a growth mindset. Answers which could not be identified as external or internal where discarded.

Total open-ended answers: 696			
n=535: Perceived growth mindset (76,9%)		n=62: Perceived fixed mindset (8,9%)	
n=339 (63,4%): Internal	n=167 (31,2%): External	n=42 (67,7%): Internal	n=14 (22,6%): External
Example quote:	Example quote:	Example quote:	Example quote:
<i>"I think that if lecturers believed they couldn't influence students' intelligence, they wouldn't spend so much time teaching us. They stand there because they believe they can make a difference and have an impact. That's why I think the lecturers would also strongly disagree with these statements."</i>	<i>"My lecturer understands that not everyone grasps everything taught in class. They sit down with students, explain things thoroughly, and address topics that others might also be wondering about. They always try to explain things in a simple and clear way while also encouraging us to think critically. I don't believe they think that those who don't understand something will never be able to learn it. Rather, I think they believe that everyone can learn, and they want to help as much as they can."</i>	<i>"I think maybe the lecturers see a group of students each year that they know will not be able to complete the course. You need a certain amount of intelligence to be able to follow along even when you are struggling with the course."</i>	<i>"[the lecturer] interacts with us in a way that gives the impression that you need to understand the basics and have to keep up to get anything out of the lectures. In my mind, this is interpreted as them somewhat agreeing that intelligence is fixed."</i>

Out of those who believed their lecturer to have a growth mindset, the majority reported internal reasons for their beliefs. The selected quote illustrates a recurring theme found among students in all 7 classes, which is seeing a growth mindset as something fundamental to being a lecturer. Out of those who reported internal reasons for a growth mindset belief, 18,9% reported this fundamentality as their only reason.

Further research

Analysis of the data is still ongoing and will look deeper into qualitative data on perceived lecturer and TA mindset, as well as differences between these. Results will be shared with the participants.

Questions for discussion

The results of these initial analyses raise several questions about how students perceive instructor mindset, which in turn might influence their motivation and

persistence in STEM. The following discussion questions invite reflection on the role of mindset in STEM education:

1. Many students reported having a growth mindset as something fundamental to being a STEM instructor. To which degree is this true?
2. The results indicate a difference in how students perceive lecturers and TAs. What factors might contribute to this distinction?
3. Should training for TAs focus more on how their mindset-related behaviors are perceived? Which strategies could help align perceptions with actual beliefs?
4. How can instructors more explicitly communicate a growth mindset in their teaching practices?

2 Contribution format

Relevance for the MNT conference

Ensuring that students have competency in mathematics is a key factor for achievement, success and retention in all fields of STEM education. By considering how students interpret instructor behavior and how this differs between lecturers and TAs, we provide valuable insights into teaching practices that can enhance competency development. These findings can inform the re-design of educational programs by emphasizing mindset-supportive teaching strategies, particularly in early STEM courses where retention rates are low.

Our study also contributes to discussions on how instructors can foster an inclusive and motivating learning environment. Through professional development initiatives that promote growth mindset communication, we can enhance students' learning experiences, improve retention, and ultimately strengthen STEM education.

Plan for the presentation and audience engagement

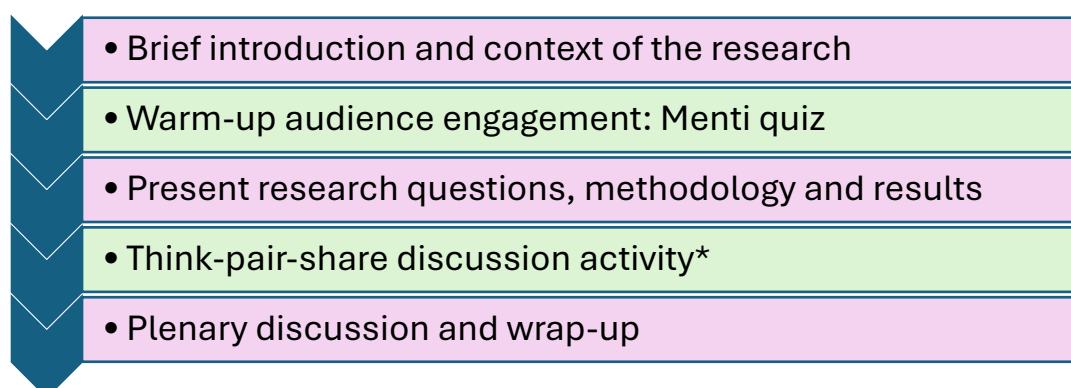


Figure 5: A visualization of the structure of the presentation of this research.

The presentation (as shown in Figure 5) will be interactive, encouraging audience participation and discussion. The goal is for the audience to have an opportunity to reflect on their own experiences and perspectives of communicating mindset while teaching, while studying this case of introductory mathematics.

*A specific activity has not yet been chosen, but an example is for the audience to study quotes from our dataset, identifying student beliefs and discussing their implications on teaching behavior.

References

- Brown, F., & Cross, K. (2020). Engineering Faculty's Mindset and The Impact on Instructional Practices. 2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE),
- Canning, E. A., Muenks, K., Green, D. J., & Murphy, M. C. (2019). STEM faculty who believe ability is fixed have larger racial achievement gaps and inspire less student motivation in their classes. *Science advances*, 5(2), eaau4734. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6377274/pdf/aau4734.pdf>
- Canning, E. A., Ozier, E., Williams, H. E., AlRasheed, R., & Murphy, M. C. (2022). Professors Who Signal a Fixed Mindset About Ability Undermine Women's Performance in STEM. *Social Psychological and Personality Science*, 13(5), 927-937. <https://doi.org/10.1177/19485506211030398>
- Clements, T. P., Friedman, K. L., Johnson, H. J., Meier, C. J., Watkins, J., Brockman, A. J., & Brame, C. J. (2022). "It made me feel like a bigger part of the STEM community": Incorporation of Learning Assistants Enhances Students' Sense of Belonging in a Large Introductory Biology Course. *CBE—Life Sciences Education*, 21(2), ar26.
- Dweck, C. S. (2013). *Self-theories: Their role in motivation, personality, and development*. Psychology press.
- Kendall, K. D., & Schussler, E. E. (2012). Does instructor type matter? Undergraduate student perception of graduate teaching assistants and professors. *CBE—Life Sciences Education*, 11(2), 187-199. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3366904/pdf/187.pdf>
- Kopparla, M. (2019). Role of mathematics in retention of undergraduate STEM majors: A meta-analysis. *Journal of Mathematics Education*, 12(1), 107-122.
- LaCosse, J., Murphy, M. C., Garcia, J. A., & Zirkel, S. (2021). The role of STEM professors' mindset beliefs on students' anticipated psychological experiences and course interest. *Journal of educational psychology*, 113(5), 949-971. <https://doi.org/10.1037/edu0000620>
- Muenks, K., Kroeper, K. M., Canning, E. A., & Murphy, M. C. (2024). Instructor mindset beliefs and behaviors: How do students and instructors perceive them? *Social Psychology of Education*. <https://doi.org/10.1007/s11218-024-09948-6>
- R Core Team (2024). R: A Language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Wheeler, L. B., Maeng, J. L., Chiu, J. L., & Bell, R. L. (2017). Do teaching assistants matter? Investigating relationships between teaching assistants and student outcomes in

undergraduate science laboratory classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(4), 463-492.

White, J. J. (2024). *The Impact of Introductory Mathematics: An Analysis of Academic Success for STEM Students* (Publication Number 31487354) [Ed.D., Austin Peay State University]. ProQuest One Academic. United States -- Tennessee. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/impact-introductory-mathematics-analysis-academic/docview/3097360111/se-2?accountid=8579>

Presentasjon

Kartlegging av humane ferdigheter i ingeniørutdanning

Karoline Lilleås Sandal¹, Aake Elden², Ottar L. Osen¹, Torbjørn Frantsen³ og Robin T. Bye¹

¹ Institutt for IKT og realfag, NTNU i Ålesund, Norge

² Humeno AS, Norge

³ Institutt for digital kompetanse, Høgskulen i Volda, Norge

Sammendrag:

I takt med økende digitalisering og automatisering blir humane ferdigheter som kritisk tenkning, samarbeidsevne og tilpasningsevne stadig viktigere i arbeidslivet. Denne artikkelen diskuterer utfordringene ved å måle slike ferdigheter i ingeniørutdanningen og hvordan digitale verktøy kan bidra til bedre kartlegging og utvikling. I prosjektet *Fremtidens læring — kartlegging av humane ferdigheter* undersøker vi ulike vurderingsmetoder, inkludert selvrapportering, psykometriske tester/spill og digitale plattformer, med særlig vekt på hvordan kunstig intelligens (KI) kan personalisere læringsopplegg og gi tilbakemeldinger tilpasset den enkelte student. Arbeidet så langt viser at digitale plattformer kan muliggjøre mer presise og adaptive vurderinger, men peker også på begrensninger knyttet til validitet, bias og generalisering. Vi argumenterer for at en kombinasjon av kvantitative og kvalitative metoder er nødvendig for en helhetlig vurdering av humane ferdigheter. Videre arbeid vil fokusere på operasjonalisering av World Economic Forum: Future Skills og MIT: Human Skills Matrix for å utvikle et mer robust rammeverk for måling og utvikling av humane ferdigheter. Målet er å integrere disse ferdighetene i utdanning og arbeidsliv på en måte som sikrer validitet, pålitelighet og anvendbarhet i en stadig mer kompleks og teknologidrevet verden.

Nøkkelord:

Arbeidslivsrelevans, digital læring, humane ferdigheter, kompetanseutvikling, kritisk tenkning, kunstig intelligens

Introduksjon

Fremtidens landskap for utdanning og arbeidsliv stiller store krav til "*humane ferdigheter*", ofte omtalt som "soft skills" eller "21st century skills". Studentenes vitnemål ved endt utdanning gir et godt bilde av studentenes kompetanse i de tekniske fagområdene, men sier lite om de humane ferdighetene. Det er et behov fra omverdenen, herunder framtidige arbeidsgivere, for at utdanningsinstitusjonene i større grad kan vurdere og gradere humane ferdigheter. Bedre målinger av humane ferdigheter vil også gi institusjonene mulighet til å videreutvikle og tilpasse undervisningsopplegget mht. humane ferdigheter.

I prosjektet *Fremtidens læring — kartlegging av humane ferdigheter* undersøker vi metoder og verktøy for å måle ingeniørstudenters humane ferdigheter, med vekt på kritisk tenkning. I arbeidet har vi tatt i bruk en digital plattform som kartlegger ved å bygge opp en personlig profil som beskriver brukerens humane ferdigheter gjennom interaksjon med tester og spill. Plattformen er imidlertid utviklet for arbeidslivet, der brukeren er en jobbsøker eller en ansatt. Det har også vist seg vanskelig å hente ut og bearbeide data fra plattformen. Vi arbeider derfor med å utvikle en ny plattform ("app") der (i) innholdet er brukervennlig og tilpasset studenter, (ii) KI benyttes for metaanalyser og personifisert tilbakemelding og selvmonitorering, (iii) studentene kan dele (og trekke tilbake) sine data og profiler, (iv) studieprogrammene kan utvikle målrettede tiltak (intervensjoner) og personlige læringsstier, og (v) personsikkerhet og GDPR er ivarettatt.

I denne artikkelen opplyser vi om bakgrunn og motivasjon for prosjektet, før vi retter søkelyset på følgende forskningsspørsmål:

- Hva er humane ferdigheter og kritisk tenkning?
- Hvordan kan vi måle og vurdere humane ferdigheter?

Bakgrunn og motivasjon

Humane ferdigheter manifesterer seg på tvers av kontekster og situasjoner, noe som gjør det vanskelig å standardisere vurderingsmetoder (Ananiadou & Claro, 2009; Knight & Page, 2017). Tradisjonelle vurderingsformer er primært utformet for å måle kunnskapsbaserte og tekniske ferdigheter, men fanger ikke opp dybden og kompleksiteten i ferdigheter som kritisk tenkning, samarbeid og emosjonell intelligens (Heckman & Kauz, 2012). Studenter kan demonstrere situasjonsbestemt samarbeidsevne eller kreativ tenkning, noe som gjør vurderingsgrunnlaget fragmentert (Kyllonen, 2012).

Alternative vurderingsmetoder, som digitale læringsplattformer, e-porteføljer og situasjonsbestemte tester (SJTs), er under utvikling. Disse metodene kan gi mer nyanserte vurderinger av humane ferdigheter (Heckman & Kauz, 2012) og muliggjøre mer personaliserte læringsstier. Samtidig er det viktig å kombinere kvantitative og kvalitative vurderingsformer for å sikre at målingen ikke bare blir en mekanisk prosess, men også

reflekterer hvordan studentene anvender ferdighetene i praksis (Duckworth & Yeager, 2015).

NIFUs rapport om kompetanseutvikling i små og mellomstore bedrifter (Sunderland & Ramberg, 2023) trekker fram "uformell læring", "kunnskapsdeling" og "evne til å lære" i arbeidslivet, mens NOU 2025:1 (2025) fremhever behovet for systematisk måling og dokumentasjon av humane ferdigheter. Sistnevnte foreslår styrking av realkompetansevurderinger samt utvikling av en digital plattform, men peker samtidig på utfordringer knyttet til validitet og vurderingsskjevheter. Utdanningssystemene bør tilpasse seg denne virkeligheten ved å implementere målemetoder som gjenspeiler både studentenes utvikling og arbeidslivets behov.

Humane ferdigheter og kritisk tenkning

Humane ferdigheter, også kjent som soft skills, life skills (WHO, 1994), 21st century skills (P21, 2019) og life-long learning (European Union, 2006; Tuijnman & OECD, 1996; UNESCO, 1998), omfatter ikke-tekniske ferdigheter som kommunikasjon, samarbeid, problemløsning og kritisk tenkning, som er avgjørende i utdanning og arbeidsliv (Ananiadou & Claro, 2009). Disse ferdighetene er tverrfaglige, kontekstavhengige og dynamiske (Howells, 2018).

OECD (Ananiadou & Claro, 2009) klassifiserer humane ferdigheter i fire hovedkategorier: kognitive ferdigheter (kritisk tenkning, problemløsning), metakognitive ferdigheter (selvrefleksjon, emosjonell regulering), mellommenneskelige ferdigheter (kommunikasjon, samarbeid) og tekniske/praktiske ferdigheter (fag- og yrkesspesifikke evner). P21 (2019) deler dem inn i fire tilsvarende kategorier: kjernefag og tverrfaglige temaer, lærings- og innovasjonsferdigheter, informasjons- og teknologiferdigheter samt livs- og karriereferdigheter.

MIT Jameel World Education Lab utviklet Human Skills Matrix (MIT Jameel World Education Lab, 2024), basert på en analyse av 41 ferdighetsrammeverk, og organiserte 24 nøkkelferdigheter i fire dimensjoner: kunnskap, selvledelse, mellommenneskelig interaksjon og ledelse. Selv om matrisen gir et strukturert rammeverk for fremtidens arbeidsstyrke, har den begrensninger knyttet til generalisering, kontekstuell tilpasning og måling av ferdigheter i praksis (Deloitte, 2021).

Kritisk tenkning

Kritisk tenkning er avgjørende for å kunne navigere og ta informerte beslutninger i en verden preget av store mengder tilgjengelig informasjon og økende bruk av generativ KI. Lee et al. (2025) viser at bruk av generativ KI kan gå ut over evnen til kritisk tenkning. Kritisk tenkning kan kategoriseres som en kognitiv ferdighet (Howells, 2018), en lærings- og innovasjonsferdighet (P21, 2019), en intellektuell ferdighet (Manasia et al., 2021), og kan defineres som evnen til å tenke klart, rasjonelt og forstå de logiske forbindelsene mellom ideer (Facione, 1990). Individuer som har høy evne til kritisk refleksjon, utvikler også en mer sofistikert og fleksibel kritisk tenkning (Kember et al., 2000). Brookfield (2009)

argumenterer videre for at kritisk refleksjon er nødvendig for å utvikle et bevisst forhold til egen epistemologi, altså hvordan vi konstruerer og validerer kunnskap.

Metoder for å måle humane ferdigheter

Selv om humane ferdigheter anerkjennes, mangler mange land retningslinjer for vurdering, og vurderingen skjer i stor grad implisitt gjennom eksisterende målinger av kognitive og fagspesifikke ferdigheter (Ananiadou & Claro, 2009). Heckman & Kautz (2012) påpeker at tradisjonelle tester ikke fanger opp ferdighetene på en tilfredsstillende måte.

I følge Duckworth & Yeager (2015) kan vurdering av slike ferdigheter deles inn i tre hovedkategorier. *Selvrapportering og egevaluering* er mest utbredt og minst ressurskrevende (Al-Sa'di et al., Manasia et al., 2023), og kan fremme selvregulert læring og øke bevisstheten om egne styrker og utviklingsområder, men den er også sårbar for subjektive feilkilder og sosial ønskevridighet (Kyllonen, 2012). *Observasjonsbasert vurdering*, altså vurderinger utført av lærere, arbeidsgivere eller medstudenter, anses som mer objektiv, men er likevel utsatt for vurderingsskjevheter, gjennom påvirkning fra egne forventninger, kontekstuelle faktorer eller variasjoner i vurderingskriteriene (Duckworth & Yeager, 2012). *Ytelsesbaserte tester*, der individer løser oppgaver som måler deres evne til å anvende humane ferdigheter, inkluderer blant annet situasjonsbestemte tester (SJTs), adferdsforankrede vurderinger (BARS), personlighetstester, evnetester, porteføljevurderinger og case-studier (Duckworth & Yeager, 2012). Disse metoden gir en dypere innsikt i individets faktiske ferdigheter, men er mer ressurskrevende.

For vurdering av kritisk tenkning finnes det flere etablerte og standardiserte psykometriske tester, som blant annet Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal Tool (Watson and Glaser, 1964), Cornell Critical Thinking Test (Ennis et al., 1985), Motivated Strategies for Learning Questionnaire (Pintrich et al., 1993), California Critical Thinking Disposition Inventory (Facione et al., 2000) og Halpern Critical Thinking Assessment (Halpern, n.d.).

For å sikre validitet og pålitelighet i vurdering av humane ferdigheter anbefales variasjon i vurderingsformer. Digitale løsninger kan bidra til å gjøre målingene mer objektive og individuelt tilpassede (Duckworth & Yeager, 2012; Kyllonen, 2012; Manasia et al., 2021; Geisinger, 2016), men samarbeid mellom utdanningsinstitusjoner og arbeidsgivere er vesentlig for at vurderingsmetodene skal reflekterer faktiske kompetansekrav i arbeidsmarkedet (Succi & Canovi, 2020).

World Economic Forum (2023) og MIT Jameel World Education Lab (2024) fremhever at fremtidens arbeidsmarked krever en helhetlig tilnærming til kompetanseutvikling. Kritisk tenkning, kreativitet, emosjonell intelligens og samarbeid blir stadig viktigere (World Economic Forum, 2023), og disse ferdighetene samsvarer med MITs Human Skills Matrix, som identifiserer fire nøkkeldimensjoner: hvordan vi tenker, hvordan vi håndterer oss selv, hvordan vi samhandler, og hvordan vi leder (MIT Jameel World Education Lab, 2024).

Digital plattform

Vi har utviklet en adaptiv digital plattform som kartlegger ulike aspekter av humane ferdigheter. Plattformen samler inn data fra studentenes interaksjon og benytter generativ KI til å gi personaliserte tilbakemeldinger og læringsstier, i tråd med motivasjonsteori og Growth Mindset (Dweck, 2006). Systemet integrerer prinsipper fra metakognisjon og refleksiv praksis (Flavell, 1987; Schön, 1987), der KI-genererte profilanalyser hjelper studenter med å reflektere over egne læringsprosesser og utviklingsområder.

Blant de sentrale testene som benyttes er *Fluent Intelligence Test* (utviklet av Mensa International med utgangspunkt i Cattell (1963)) og det nevrovitenskapelige spillet *Spatial Pattern* (Tolman, 1948; Turing, 1952; Epstein et al., 2017), som måler romlig resonnering og mønstergjenkjenning i "gridceller" (Moser et al., 2008). I tillegg inkluderer plattformen *Big Five Personality Test* (Soto & John, 2017), samt *Cognitive Flexibility Test* (Bond et al., 2011; Rolffs, Rogge Wilson 2018). Plattformen tilpasser enkeltstudenters læringsopplegg basert på testresultater. I tillegg til individuell tilbakemelding benytter systemet dataanalyser for å formulere en profilanalyse tilpasset studentens studieretning.

Plattformens tester dekker et mangfold av humane ferdigheter, men vårt mål er å gå utover standardiserte vurderinger og forsøke å isolere spesifikke ferdigheter, som kritisk tenkning. Gjennom en metaanalyse av testresultater kan vi destillere bredere data til enkeltferdigheter, noe som gir en mer presis forståelse av studentenes styrker og utviklingsområder.

Drøfting og konklusjon

Fordeler med den digitale plattformen

Digitale løsninger kan tilby tilpassede læringsstier og umiddelbar tilbakemelding, som kan fasilitere læringsprosessen (Brusilovsky & Millán, 2007; Black & Wiliam, 2006). Adaptiv læring kan tilpasse innhold til behov og øke progresjon og mestring (Shute & Zapata-Rivera, 2012). Rask tilbakemelding gir mulighet for umiddelbare justeringer og styrker refleksjon og tilpasningsevne (Sadler, 1989). I tillegg kan innsikt i egne læringsprosesser fremme metakognisjon og selvregulert læring (Schraw & Dennison, 1994). Dette er viktig for utviklingen av humane ferdigheter, hvor evnen til kritisk refleksjon er en kjernekompetanse.

Interaktive tester og spillbasert læring kan øke engasjement og forståelse, for eksempel innen problemløsning og kritisk tenkning (Gee, 2003). I tillegg viser forskning at selve testsituasjonen kan være læringsfremmende (Roediger & Karpicke, 2006).

Digitale vurderingsverktøy kan også muliggjøre transformativ læring ved å utfordre etablerte tankemønstre og stimulere til nytenkning (Mezirow, 1997). Ved å fasilitere kritisk refleksjon og evaluering av egne kognitive prosesser, kan slike verktøy bidra til dyptgående læringsopplevelser som går utover tradisjonell kunnskapstilegnelse.

Utfordringer med den digitale plattformen

Humane ferdigheter er kontekstavhengige og vanskelig å kvantifisere gjennom standardiserte tester (Duckworth & Yeager, 2015). Ferdigheter målt i en kunstig, isolert setting reflekterer ikke nødvendigvis reelle, relevante situasjoner (Kyllonen, 2012). Algoritmer kan være påvirket av skjevheter i datasettet, som kan føre til systematisk favorisering eller marginalisering (Nass et al., 1994). Falsk rapportering er også en utfordring, der egenvurderinger kan påvirkes av sosial ønskevridighet og subjektive skjevheter (Paulhus & Vazire, 2007). Systemet kan også uforvarende sementere eksisterende ferdighetsnivåer og forhindre bredere intellektuell utvikling (Shute & Becker, 2010), f.eks. ved repetitivt innhold. Videre kan plattformen gi en falsk følelse av objektivitet og presisjon (Liu et al., 2014). Tester kan ikke fullt ut fange opp sosiale og emosjonelle aspekter ved ferdigheter, som f.eks. samarbeid og ledelse som best vurderes gjennom interaktive og kontekstuelle evalueringer (Succi & Canovi, 2020).

KI-baserte tilbakemeldingssystemer opererer ofte på treningsdata som kan være feilrepresentert eller reflektere eksisterende sosiale og kulturelle skjevheter (Mehrabi et al., 2021). Generativ KI har generelt utfordringer mht. transparens og etterprøvnbarhet (Bender et al., 2021; Marcus, 2018). Dette kan føre til både uriktige eller usikre konklusjoner og systematiske skjevheter. En mulig løsning er å benytte språkmodeller trent på spesifikke domener eller validerte korpus (Tenney et al., 2019), men dette er ingen garanti for objektivitet, og enhver KI-basert analyse bør suppleres med andre vurderingsmetoder (Kyllonen, 2012; Liu et al., 2014), samt åpenhet omkring hvor KI samhandler med mennesker (*Article 50*, 2024).

Til slutt er det viktige etiske implikasjoner knyttet til bruken av store mengder personlig data. Dersom disse dataene lagres eller deles uten tilstrekkelig personvern, kan det føre til alvorlige konsekvenser for brukernes rett til privatliv og autonomi (Zarsky, 2016). GDPR og andre reguleringer søker å beskytte individers rettigheter, men implementeringen av slike retningslinjer varierer mellom jurisdiksjoner.

Konklusjon og videre arbeid

På tross av utfordringene har vi oppnådd gode resultater med bruken av KI til analyse av testresultater. Fremtidig forskning kan undersøke hvordan ulike KI-modeller kan trenes og finjusteres for mer spesifikke oppgaver innenfor kompetansekartlegging, samt utvikle metoder for validering og transparens i KI-genererte analyser. Bias, falsk rapportering, generalisering og validitetsutfordringer gjør at slike systemer må brukes med forsiktighet og alltid kombineres med mer kvalitative vurderingsformer. I det videre arbeidet vil vi søke å operasjonalisere World Economic Forum: Future Skills og MIT: Human Skills Matrix for å utvikle et mer robust rammeverk for måling og utvikling av humane ferdigheter tilpasset ingeniørstudier. Dette innebærer en systematisk tilnærming til hvordan disse ferdighetene kan integreres i både utdannings- og

arbeidslivskontekster, samt hvordan digitale plattformer kan optimaliseres for å ivareta validitet og pålitelighet i vurderingsprosesser. Ved å kombinere digitale og kvalitative metoder håper vi å utvikle en mer helhetlig og anvendbar modell for vurdering og styrking av fremtidens essensielle ferdigheter.

Takk til

Vi ønsker med dette å takke resten av prosjektgruppa for deres mange bidrag så langt i prosjektet, herunder Synnøve Hedemann Amdam og Andreas Brandsæter (Høgskulen i Volda), Inger Johanne Krohn og Rune Volden (NTNU i Ålesund), og Tom Strand (Humeno AS). Vi ønsker også å rette en stor takk til Møre og Romsdal fylkeskommune (tilsegn nr. 2024-0077) og NTNU Excited (prosjektnr. 990100129) for tildeling av prosjektmidler.

Referanser

- Al-Sa'di, A., Yamjal, P., Ahmad, E., Panjabi, R., McPhee, C. A., & Guler, O. (2023). Assessing educator's soft skills: Developing a self-assessment instrument. *Administrative Science*, 13(208). <https://doi.org/10.3390/admsci13090208>
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. (OECD Education Working Papers No. 41). OECD. <https://dx.doi.org/10.1787/218525261154>
- Article 50: Transparency Obligations for Providers and Deployers of Certain AI Systems | EU Artificial Intelligence Act. (2024, juli 12). <https://artificialintelligenceact.eu/article/50/>
- Bender, E. M., Geburu, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big?. FAccT'21, Virtual Event, Canada.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment in education: Principles, policy & practice. *Assessment and Classroom Learning*, 5(1), 7-74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>
- Bond, F. W., Hayes, S. C., Baer, R. A., Carpenter, K. M., Guenole, N., Orcutt, H. K., Waltz, T., & Zettle, R. D. (2011). Preliminary psychometric properties of the Acceptance and Action Questionnaire-II: A revised measure of psychological flexibility and experiential avoidance. *Behavior Therapy*, 42(4), 676-688. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2011.03.007>
- Brookfield, S. D. (2009). The concept of critical reflection: promises and contradictions. *European Journal of Social Work*, 12(3), 293-304. <https://doi.org/10.1080/13691450902945215>
- Brusilovsky, P., & Millán, E. (2007). User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems. I A. Brusilovsky & W. Nejdl (Red.), *The Adaptive Web* (s. 3-53). Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-540-72079-9_1
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54(1), 1-22. <https://doi.org/10.1037/h0046743>
- Deloitte. (2021). Building the future-ready workforce: Unleash the potential of your organization and people. <https://www2.deloitte.com/ca/en/pages/consulting/articles/future-ready-workforce.html>
- Duckworth, A. L., & Yeager, D. S. (2015). Measurement matters: Assessing personal qualities other than cognitive ability for educational puposes. *Educational Researcher*, 44(4), 237-251. <https://doi.org/10.3102/0013189X15584327>
- Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. Ballantine Books.
- Ennis, R. H., Millman, J., & Tomko, T. N. (1985). *Cornell critical thinking tests* (3. utg.). Midwest Publications: Pacific Grove, CA.
- Epstein, R. A., Patai, E. Z., Julian, J. B., & Spiers, H. J. (2017). The cognitive map in humans: spatial navigation and beyond. *Nature Neuroscience*, 20(11), 1504-1513. <https://doi.org/10.1038/nn.4656>
- European Union. (2006). Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. 2006/962/EC. *Official Journal of the European Union*. <http://data.europa.eu/eli/reco/2006/962/oj>

- Facione, Peter. (1990). Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. *Research Findings and Recommendations*, 315.
- Facione, P. A., Facione, N., & Giancarlo, C. G. (2000). The disposition toward critical thinking: Its character, measurement, and relationship to critical thinking skill. *Informal Logic*, 20. <https://doi.org/10.22329/il.v20i1.2254>
- Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. I F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Red.), *Metacognition, Motivation, and Understanding* (s. 21-29). Lawrence Erlbaum Associates.
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Technology Pedagogy and Education*, 1(1), 20. doi.org/10.1145/950566.950595
- Geisinger, K. F. (2016). 21st century skills: What are they and how do we assess them? *Applied Measurement in Education*, 29(4), 245-249.
- Halpern, D. (n.d.). HCTA Halpern critical thinking assessment. *APA PsycTests*. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/t10940-000>
- Heckman, J. J., & Kautz, T. (2012). Hard Evidence on Soft Skills. *Labour Economics*, 19(4), 451-464. doi.org/10.1016/j.labeco.2012.05.014
- Howells, K. (2018). The Future of Education and Skills: Education 2030. OECD, Paris. [http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)
- Kember, D., Leung, D. Y. P., Jones, A., Loke, A. Y., McKay, J., Sinclair, K., & Yuet Wong, F. K. (2000). Development of a questionnaire to measure the level of reflective thinking. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 25(4), 381-395.
- Knight, Peter and Page, Anna (2007). The assessment of 'wicked' competences. Practice-based Professional Learning Centre, Centre for Excellence in Teaching and Learning, The Open University.
- Kyllonen, P. C. (2012). Measurement of 21st century skills within the common core state standards. In *Invitational research symposium on technology enhanced assessments*.
- Lee, H.-P., Sarkar, A., Tankelevitch, L., Drosos, I., Rintel, S., Banks, R., & Wilson, N. (2025, April 26 – May 1). The Impact of Generative AI on Critical Thinking: Self-Reported Reductions in Cognitive and Confidence Effects From a Survey of Knowledge Workers [Conference paper]. CHI'25, Yokohama, Japan. <https://doi.org/10.1145/3706598.3713778>
- Liu, O. L., Frankel, L., & Roohr, K. C. (2014). Assessing Critical Thinking in Higher Education: Current State and Directions for Next-Generation Assessment. ETS Research Report Series. 2014.10.1002/ets2.12009.
- Manasia, L., Dima, G., Sanz, C. B., Mula, A., Riccio, A., Nebot, A. P., Pérez, L. D., Capmany, A. B., Pilinkiene, V., Piligrimiene, Z., & Dovaliene, A. (2021). Soft Skills Assessment Guide. Skills4Employability. <https://epubl.ktu.edu/object/elaba:155341786/index.html>
- Marcus, G. (2018). Innateness, AlphaZero, and Artificial Intelligence. arXiv preprint. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1801.05667>
- Mehrabi, N., Morstatter, F., Saxena, N., Lerman, K., & Galstyan, A. (2021). A survey on bias and fairness in machine learning. *ACM Computing Surveys*, 54(6), 1-35. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1145/3457607>
- Mezirow, J. (1997). Transformative Learning: Theory to Practice. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 1997(74), 5-12. <https://doi.org/10.1002/ace.7401>
- MIT Jameel World Education Lab (2024). The Human Skills Matrix. <https://www.jwel.mit.edu/work/posts/human-skills-matrix>
- Moser, E. I., Kropff, E., & Moser, M.-B. (2008). Place cells, grid cells, and the brain's spatial representation system. *Annual Review of Neuroscience*, 31, 69-89. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.31.061307.090723>
- Nass, C., Steuer, J., & Tauber, E. R. (1994). Computers are social actors. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems,
- NOU 2025:1. (2025). Felles ansvar, felles gevinst: Partssamarbeid for kompetanseutvikling i arbeidslivet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2025-1/id3083356/?ch=1>
- Paulhus, D. L., & Vazire, S. (2007). The self-report method. I R. W. Robins, R. C. Fraley, & R. F. Krueger (Red.), *Handbook of research methods in personality psychology* (s. 224-239). The Guilford Press.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., & McKeachie, W. J. (1993). Reliability and Predictive Validity of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (Mslq). *Educational and Psychological Measurement*, 53(3), 801-813. <https://doi.org/10.1177/0013164493053003024>
- P21. (2019). Framework for 21st learning definitions. Partnership for 21st Century Skills. <https://www.battelleforkids.org/insights/p21-resources/>

- Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science*, 17(3), 249-255.
<https://doi.org/https://psycnet.apa.org/doi/10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x>
- Rolfs, J. L., Rogge, R. D., & Wilson, K. G. (2018). Disentangling components of flexibility via the Hexaflex model: Development and validation of the Multidimensional Psychological Flexibility Inventory (MPFI). *Assessment*, 25(4), 458-482. <https://doi.org/10.1177/1073191116645905>
- Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18, 119-144. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF00117714>
- Schraw, G., & Sperling, D. R. (1994). Assessing Metacognitive Awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460-475. <https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>
- Schön, D. A. (1987). *Educating the Reflective Practitioner*. Jossey-Bass Publishers.
- Shute, V. J., & Becker, B. J. (2010). *Innovative assessment for the 21st century: Supporting educational needs*. Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6530-1>
- Shute, V. J., & Zapata-Rivera, D. (2012). Adaptive educational systems. *Adaptiv Technologies for Training and Education*, 7-27. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139049580.004>
- Soto, C. J., & John, O. P. (2017). The next Big Five Inventory (BFI-2): Developing and assessing a hierarchical model with 15 facets to enhance bandwidth, fidelity, and predictive power. *Journal of Personality and Social Psychology*, 113(1), 117-143. <https://doi.org/10.1037/pspp0000096>
- Succi, C., & Canovi, M. (2020). Soft Skills to Enhance Graduate Employability: Comparing Students and Employers' Perception. *Studies in Higher Education*, 45(9), 1834-1847.
- Sunderland, D., & Ramberg, I. (2023). Kompetanseutvikling i små og mellomstore bedrifter i Viken. NIFU-rapport 2023:25. <https://hdl.handle.net/11250/3106935>
- Tenney, I., Das, D., & Pavlick, E. (2019). BERT rediscovers the classical NLP Pipeline. Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, 4593-4601.
<https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.1905.05950>
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55(4), 189-208.
<https://doi.org/10.1037/h0061626>
- Tuijnman, A., & OECD. (1996). *Lifelong Learning for All: Meeting of the Education Committee at Ministerial Level, 16-17 January 1996*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
<https://books.google.no/books?id=SeiRqWYUZHAC>
- Turing, A. M. (1952). The chemical basis of morphogenesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 237(641), 37-72. doi.org/10.1098/rstb.1952.0012
- UNESCO (1998). Adult learning and the changing world of work International Conference on Adult Education, 5th, Hamburg.
- Watson, G. and Glaser, E.M., (1964). *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal Manual*. Psychological Corporation.
- World Economic Forum. (2023). *Future of Jobs Report*. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023/>
- World Health Organization. Division of Mental Health. (1994). Life skills Education for Children and Adolescents in Schools. Pt. 1, Introduction to life skills for psychosocial competence. Pt. 2, Guidelines to facilitate the development and implementation of life skills programmes, 2nd rev. World Health Organization.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/63552>
- Zarsky, T. (2016). The trouble with algorithmic decisions: An analytic road map to examine efficiency and fairness in automated and opaque decision making. *Science, Technology, & Human Values*, 41(1), 118-132.
<https://doi.org/10.1177/0162243915605575>

Presentation

A cognitive approach to team-based learning in basic chemistry

John Georg Seland

Department of Chemistry, University of Bergen, Norway

Abstract: Team-based learning (TBL) was implemented and adapted to a course in basic chemistry. As a part of the adaptation, information processing, a concept from cognitive science was implemented in additional lectures (called information processing lectures), which would normally not be included as a part of the TBL structure. The data show that the students on the lower end of the grading scale benefits from the TBL activities, with a lesser impact on the students on the higher end of the scale. Results from student surveys and the teacher's in-class observations indicate that the students find TBL teaching beneficial, and that the information processing lectures helps to clarify the more challenging concepts in the course and to avoid misconceptions that can be carried over in higher level courses.

Keywords: basic chemistry, flipped classroom, cognitive science, information processing, active learning, team-based learning.

1 Introduction

1.1 Information processing in chemistry

Basic chemistry can be challenging for students without prior exposure to the subject. Misunderstanding key concepts is common, making it crucial to adopt effective teaching strategies. Johnstone (Johnstone, 2010) have developed a systematic framework for chemistry education based on an ‘information processing’ model from cognitive science (Atkinson & Shiffrin, 1968). This model includes three components: the perception filter (attention), working memory, and long-term memory. Since the working memory has limited capacity, it can be expanded using ‘chunking’ (Johnstone, 2010), where smaller units are grouped to aid comprehension. Johnstone further introduced a working model of the three components of the ‘nature of chemistry’, described as macro (observations), submicro (atoms, molecules, ions), and representations (symbols, formulas, equations) - visualized as a triangle (Johnstone, 2010), which is presented in Figure 1. Effective teaching in chemistry classes requires careful movement between these components to avoid overloading the working memory, and to avoid moving too quickly to the middle.

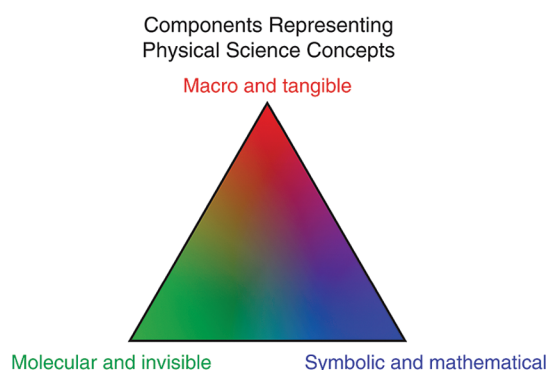


Figure 1. Johnstone's triangle with the three components of the 'nature of chemistry' (Johnstone, 2010).

1.2 Team-based learning in chemistry

Multiple studies have shown that active learning increases student performance in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) disciplines (Freeman et al. 2014). Recently, studies on the impact of active learning in university courses in chemistry have been performed (Eichler 2022, Kovac 2022, Lehki & Varao-Sousa 2023). Team-based learning (Sibley et al. 2014) is a type of active learning that is known to enhance student engagement. In TBL students are stimulated and encouraged to participate in activities by introducing smaller teams in a large class (Sibley et al. 2014). The well-structured and systematic approach to student activities in TBL ensure that students are held accountable for their own learning. However, in its original form it involves a totally flipped classroom with no organized lecturing, which can be a challenge for students that are novices in chemistry.

1.3 Combining information processing with team-based learning

When introducing TBL in a basic chemistry class, one should not forget the limited capacity of the working memory (Johnstone, 2010). The students can very quickly get the feeling of being overloaded with abstract chemical concepts and find it difficult to connect these concepts (submicro) to macroscopic observations using the language of chemistry (symbols, formulas, equations). However, TBL is very suitable for identifying these challenges, since the activities allow the teacher to get a good overview of potential misconceptions and concepts that the students find challenging, but time should be allocated to lectures where the challenges can be addressed. This paper describes how TBL has been combined with information processing in a course in basic chemistry, where student activities are combined with specially designed lectures (called information processing lectures).

2 Implementing team-based learning in chemistry

2.1 The team-based learning part

TBL was implemented in a basic chemistry course at University of Bergen, attended mainly by students in biology and earth science, and with a total student number of approximately 200 in total. A lab course with 4 exercises with written lab reports is a mandatory part of the course but will not be included as a part of this study. Traditionally a course like this would include 4 x 45 minutes of lectures, together with colloquiums (passive problem solving) lead by student assistants. To facilitate TBL the students were divided into 30 teams, with 6-7 students in each. The students cannot choose their own team and are also member of the same team throughout the course. For pre-class activities the students had access to video lectures and recommended reading in the textbook. The curriculum was divided into 8 modules, each with a duration of two weeks. Each module starts with an in-class *introduction-lecture* (2 x 45 min, not mandatory), where the lecturer introduces the main topics, with a special focus on the right approach to information processing (see below). This is followed by mandatory (5 out of 8) Readiness Assurance tests (RATs), with an individual part (iRAT) and a team part (tRAT), according to the recommended TBL structure (Sibley et al. 2014). The scores on the RATs, the 5 best scores, weighted 40/60 with respect to iRAT/tRAT, contribute to 25 % of the total grade in the course. A written exam accounts for the remaining 75 %. The students are then invited to attend an in-class *review-lecture* (2 x 45 min, not mandatory) where the lecturer clarifies the more challenging concepts and misconceptions, selected from the data obtained in the RATs and from observations and discussions with students during these tests. The module concludes with Application Activities (AAs) where the students work in teams to solve problems that focuses on a deeper understanding of the topic.

2.2 The lecture part

In the in-class introduction lecture, the new chemical concepts are carefully presented. The lecturer starts with presenting a macroscopic observation, explain what is happening on the submicro level (atoms, molecules, ions) and which representations (symbols, formulas, equations) are used to express these observations. As an example, consider a combustion (macroscopic observation), where a hydrocarbon reacts with oxygen to form water and carbon dioxide. The structures of the substances involved are described (atoms with chemical bonds to form molecules and on the submicro level). The expression for the reaction with reactants and products can be written (equation as a representation). One can then introduce other examples and gradually move toward the center of Johnstone's triangle (Figure 1) where all the different components are present, and one can also move more quickly between components. When clarifying the challenging concepts and misconceptions in the review-lecture, a similar approach is used, but now the lecturer can use the data and in-class observations from the RATs to optimize the paths taken in Johnstone's triangle.

2.3 Data collected

All the scores from the RATs performed in 2023 and 2024 were collected, together with the scores from the written exam. In addition, student surveys were performed at the end of the course in 2023 and 2024. All data were collected anonymously.

3 Results and Discussion

3.1 Data from the readiness assurance tests

As exemplified in Figure 2, where data from two RATs executed in 2023 are presented, the students obtain a higher score on the tRAT compared to the iRAT. Data from the other RATs, executed in 2023 and 2024, show the same general trend. This is expected in a TBL setting where the students are given the opportunity to discuss within the team during the tRAT (Sibley et al. 2014).

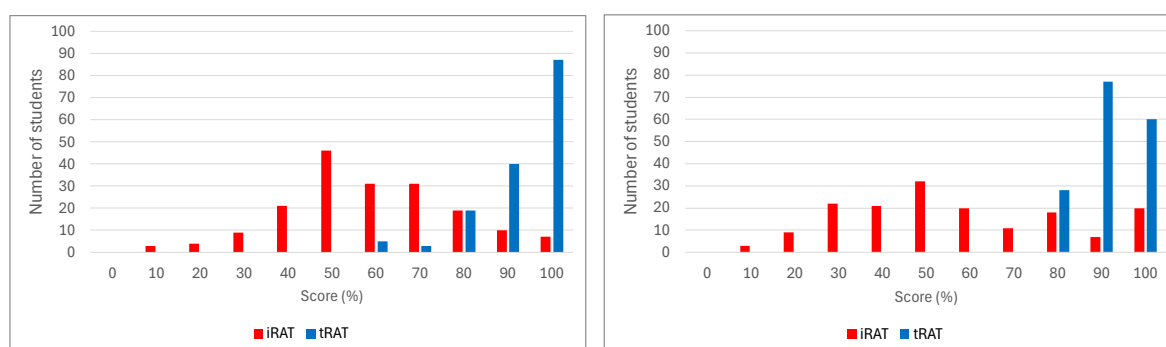


Figure 2. Comparison of the obtained scores on two selected iRAT and tRAT activities.

Another interesting approach for analysing the RATs' impact is to compare the score on the RATs with the total score for each student, sorted according to the student's final grade in the course, as presented in Figure 3. All the students had a score on the RATs in the range 70 – 90 %. The students with final grades A – B (higher than 75 %) have similar and high values on the score for the RATs and final score, while students with lower grades have a larger gap between these two scores. Notably, the score on RATs is correlated with the final grade, i. e. the students with the lowest final grade also obtained a lower score on the RATs. This trend is particularly clear in the data from 2024.

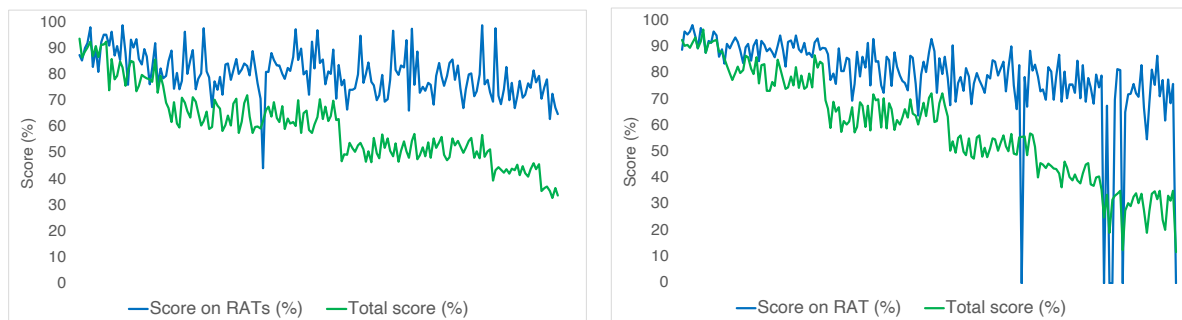


Figure 3. Comparisons of the total score (RAT and final exam) and the score on the RATs for each student, sorted according to the final grade obtained in the course in 2023 (left) and 2024 (right). Total score and final grade: A: 100 - 90 %, B: 89 – 75 %, C: 74 – 60 %, D: 59 – 50 %, E: 49 – 40 %, F: less than 40 %.

The scores from the RATs have a significant impact on the final grades obtained in the course, particularly for the students with a low score on the written exam, where some of them would have failed the course if the scores from the RATs were not included.

These findings are similar to data obtained in other studies (Freeman et al. 2014, Lehki & Varao-Sousa 2023).

3.2 The teacher's observations and feedback from the students

Student surveys performed in 2023 and 2024 reveal that a majority of the students (70 %) prefer TBL teaching compared to traditional lectures, and that they experience high learning outcomes from TBL classes (RATs and AAs). This is contrary to the more common findings in such studies, where most students prefer, and also experience that they learn more, from traditional lecturing (Sibley et al. 2014, Freeman et al. 2014). The teacher finds it very beneficial to use the TBL classes to identify the concepts that the students find the most challenging, and to clarify these concepts and potential misconceptions in the information processing lectures.

4 Conclusion

This paper has presented data and observations from an implementation of team-based learning combined with specially designed information processing lectures in a

course in basic chemistry. The data shows that more students pass the course when the scores from RATs are included in the grading. The students with a high score on the written exam is not strongly influenced by the results obtained in the RATs. One can therefore conclude that TBL activities is beneficial to the students that are located on the lower end of the grading scale. Results from student surveys and the teacher's in-class observations indicate that the students find TBL teaching beneficial, and that the information processing lectures helps to clarify the more challenging concepts in the course and to avoid misconceptions that can be carried over in higher level courses.

References

- Johnstone, A. J. (2010). You Can't Get There from Here. *Journal of Chemical Education*, 87(1):22–29.
- Atkinson, R. C. and Shiffrin, R. M. (1968). Human Memory: A Proposed System and its Control Processes. *Psychology of Learning and Motivation*, 2:89–195.
- Freeman, S. Eddy, S. L. , McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. and Wenderoth M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23):8410–8415.
- Lekhi, P. and Varao-Sousa, T. (2023). Implementing team-based learning in a large environmental chemistry course and its impact on student learning and perceptions. *Chemistry Education Research and Practice*, 25(1):193–211.
- Eichler, J. F. (2022). Future of the Flipped Classroom in Chemistry Education: Recognizing the Value of Independent Preclass Learning and Promoting Deeper Understanding of Chemical Ways of Thinking During In-Person Instruction. *Journal of Chemical Education*, 99(3):1503–1508.
- Kovac, J. (2022). Student Active Learning Methods in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 76(1):120.
- Sibley, J. Ostafichuk, P. Roberson, B. Franchini, B. and Kubitz, K. A. (2014). *Getting Started With Team-Based Learning*. Stylus, Sterling, Virginia, 1 edition.

Presentasjon

Meistringslæring i MNT-fag: Kompetanse på ulike plan

Guttorm Sindre^{1,2}, Gabrielle Hansen^{2,3}, Guri Sivertsen Korpås^{3,4}
og Joakim Pettersen Vassbakk²

¹ Excited SFU

² Institutt for datateknologi og informatikk (IDI), NTNU

³ Center for Science and Engineering Education (SEED), NTNU

⁴ Institutt for fysikk (IFY), NTNU

Samandrag: Lektorstudentar i realfag («LUR») ved NTNU hadde tidlegare eit generisk emne i Python-programmering saman med studentar frå mange andre studieprogram. Frå hausten 2023 fekk dei i staden eit eige emne berre for dette studieprogrammet. Måla med dette var å skape betre klassemiljø og kjensle av å høyre til sidan programmet tidlegare mangla eit eige emne i første semester, pluss å gi noko kompetanse utover programmering i seg sjølv, knytt til desse studentane si yrkesframtid som lærarar. Emnet har eit emnedesign inspirert av meistringslæring / PSI (*Personalized System of Instruction*), med modular som må takast i rekkjefølgje, men der kvar student kan velje sitt eige tempo og ambisjonsnivå. Emnet fekk temmeleg dårleg karaktersnitt ved første gjennomføring i 2023, men dette vart monaleg betre i 2024, og spørjeundersøkingar viste at dei fleste var nøgde med emnet. Ein analyse av studentane sine prestasjonar og svar på spørjeskjema indikerer at emnet i stor grad har vore vellukka for den aktuelle målgruppa, ved å gi studentane meir heilskapleg og integrert kompetanse i tillegg til rein programmeringskunnskap.

Nøkkelord:

Programmering, meistringslæring, PSI, omvend undervisning, test-driven læring, prosjektbasert læring.

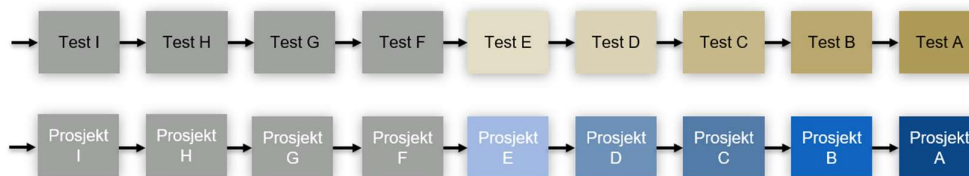
1 Introduksjon

Studentar på Lektorutdanning i realfag («LUR») ved NTNU er i 2022 spreidd på ulike emne etter studieretning (matematikk+fysikk, matematikk+kjemi, kjemi+biologi, ...) saman med andre studieprogram. Det fanst til og med 2022 ikkje noko emne spesifikt for LUR i første semester.

Frå og med hausten 2023 fekk LUR sin eigen variant av IT Grunnkurs (Python) med emnekode IT1001, for å:

- Skape betre kjensle av å høyre til i kullet og på studieprogrammet.
- Leggje til eit profesjonsrelevant, kontekstueit læringsutbytte: «*Kan reflektere om muligheter og utfordringer ved programmering som virkemiddel i undervisning av realfag i ungdomsskole og videregående*».
- Stimulere til samarbeid, diskusjon og metakognitive ferdigheiter.
- Prøve eit alternativt pedagogisk opplegg, som er ei nyttig oppleving for framtidig arbeidssituasjon som lærar.

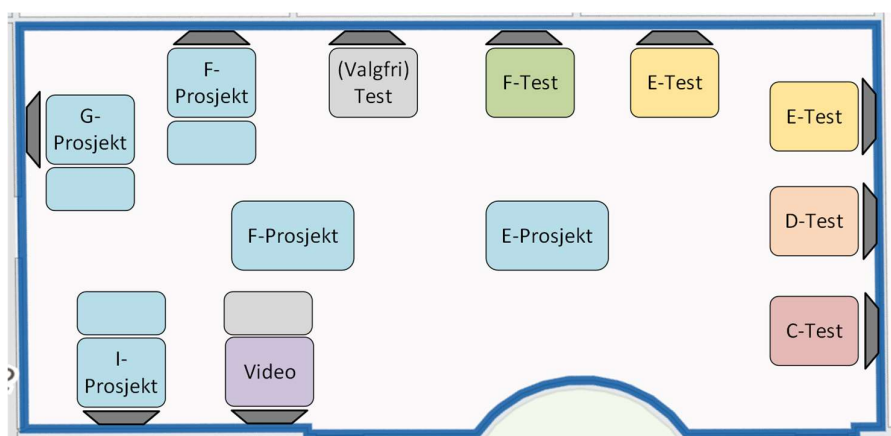
IT1001 har ingen avsluttande eksamen, forelesingar eller øvingar med gitte fristar – det einaste obligatoriske er å delta på minst 11 av 14 seminar. Emnet er delt opp i 9 modular I, H, G, F, E, D, C, B, A som takast i sekvens, og for kvar modul dokumenterer studentane meistring ved å stå ein test pluss levere ei utviding av prosjektet sitt. Dette er vist i Figur 1.



Figur 1: Modulsekvensen i IT1001, med testar og prosjekt

Testane er autoretta med fokus på forståing av programmeringskonsept i Python. I prosjektet skriv kvar student eit Python-program tenkt brukt i eit skulefag innan studenten si lektorspesialisering, knytt til minst eitt kompetansemål i Udir sin læreplan for dette skulefaget. Det er opp til kvar student å velje tema innanfor faget, og kva type læringsprogram det skal vere (t.d., quiz, spel, tutorial, simulator).

Kvar student vel sitt eige ambisjonsnivå og tempo gjennom modulane, og karakteren ved semesterslutt svarer direkte til talet på modular stått: 9 = A, 8 = B, ..., 5 = E og færre enn fem blir F. Med ulike tempo funkar ikkje plenumsundervisning, så fagstoffet finst som digitale ressursar (t.d. Jupyter Notebooks, videoar). Dei obligatoriske seminara har gruppearbeid basert på studentane sitt nivå i modulstigen og kva dei vil jobbe med den dagen (testførebuing eller prosjekt). Figur 2 viser korleis rommet var organisert 1. oktober, det sjuande av fjorten seminar hausten 2024.



Figur 2: Organisering av seminarrommet 1. oktober 2024

For gruppene som jobba med testførebuing, var seminaraktiviteten mest å løyse treningstestar saman på veggskjermene ved gruppeborda. Treningstestane trekte tilfeldige spørsmål frå dei same store oppgåvebankane som dei summative testane kvar fredag. Denne formativ-summative bruken av automatiserte testar gjorde kunnskapskrava for kvar modultest svært tydelege for studentane. Ved prosjektborda på seminaret heldt kvar på med sitt individuelle prosjekt, men kunne hjelpe kvarandre når dei sto fast med noko som ikkje fungerte i programkoden.

Emnedesignet i IT1001 kan synest innovativt, men er inspirert av idéar frå langt tilbake, slik som meistringslæring (Bloom, 1971) og PSI (Keller, 1967). Ein oversikt over publisert bruk av meistringslæring i høgare utdanning sidan 2000 kan finnast i (Mannion et al., 2023). Det har vore brukt i ulike MNT-disiplinar, som matematikk (Paiva et al., 2017), statistikk (Butler et al., 2023), fysikk (Francis et al., 2012; Masi et al., 2015), kjemi (Tay, 2024), biologi (Ajayi Prof et al., 2024), ingeniørfag (Pérez & Verdín, 2023) og programmering (Campbell et al., 2019; Garner et al., 2019; Malhotra & Garcia, 2024; Ott et al., 2021; Purao et al., 2017; Toti et al., 2023). Meir om emnedesignet i IT1001 kan finnast i (Hansen et al., 2024).

Forskingsspørsmåla for denne artikkelen er: (1) *I kva grad lukkast emnet i å gi både programmeringskompetanse og meir generell kompetanse?* Eitt døme på generell kompetanse kunne vere større grad av sjølvregulering, sidan emnet let kvar student velje sitt tempo. (2) *I kva grad lukkast emnet i å støtte sosialt miljø, klassekjensle og samarbeidslæring for LUR-studentane?* Sjølvvald tempo kan potensielt stå i motsetnad til ønsket om samarbeidslæring og sosialt miljø, da studentar presumptivt får mindre å samarbeide om når dei ikkje har kome like langt i pensum.

Resten av artikkelen er strukturert som følgjer: Kapittel 2 presenterer forskingsmetoden, og kapittel 3 resultatata. Kapittel 4 gir ein avsluttande diskusjon og konklusjon.

2 Forskingsmetode

Det blei gjort følgjeforskning tilknytt emnet både i 2023 og 2024 for å sjå korleis det spesielle emnedesignet påverka læring og studentåtferd. Mellom anna blei det utført anonyme spørjeundersøkingar med 44/48 svar (92%) i 2023 og 38/40 (95%) i 2024.

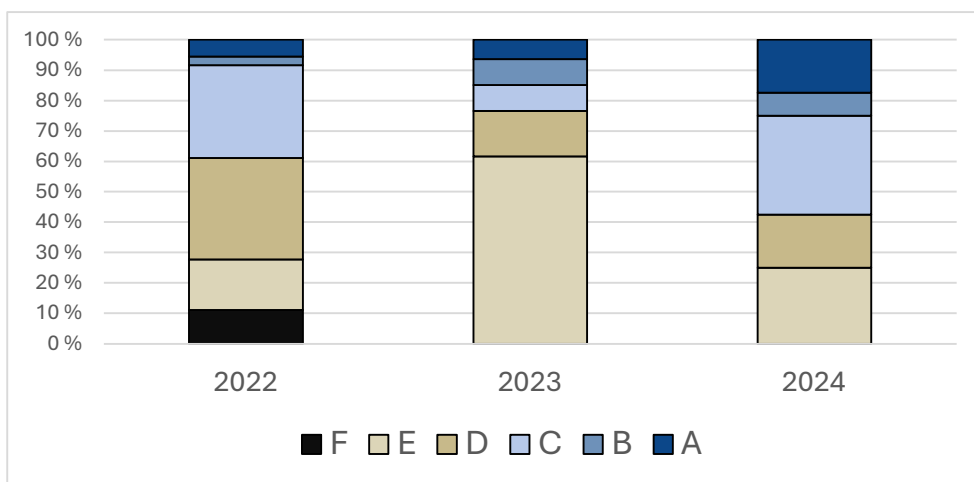
Anonymiserte data om framdrift og testprestasjonar er analysert for studentar som gav samtykke til dette, og datainnsamlinga i prosjektet er godkjent av SIKT.

3 Resultat

Delvis overlappende resultat er også viste i ein internasjonal publikasjon (Sindre & Hansen, 2025), men nytt i denne artikkelen her er fokus på ulike typar kompetansar.

3.1 Karakterar og framdrift

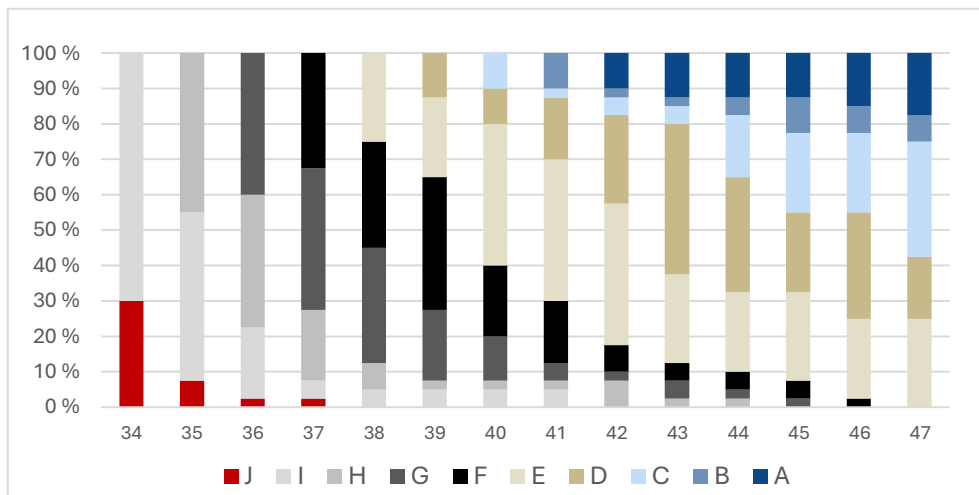
Figur 3 viser karakterfordeling for 2022-2024. Karaktersnittet i 2023 (1,83 = D-) vart dårlegare enn 2022 (2,14 = D+), men 2024 vart betre enn begge desse (2,75 = C-). Særleg er det positivt at ingen strauk med meistringslæring, medan det var 11% som strauk på eksamen i 2022 – trass i godkjend øvingsopplegg.



Figur 3: Karakterfordeling '22 (eksamen), '23, '24 (Sindre & Hansen, 2025)

Det var stor variasjon i studentane sitt tempo undervegs i emnet. Figur 4 viser klassen sin veg gjennom testnivåa i 2024, der raudt nedst til venstre viser delen av klassen som førebels hadde tatt 0 testar. På det meste var det heile 8 ulike testar som måtte haldast den same fredagen. Dei fleste studentar låg litt etter på prosjektet i forhold til testane, så dei fire studentane som greidde A-testen i veke 42 (mørk blå), var likevel ikkje heilt framme ved A på det tidspunktet.

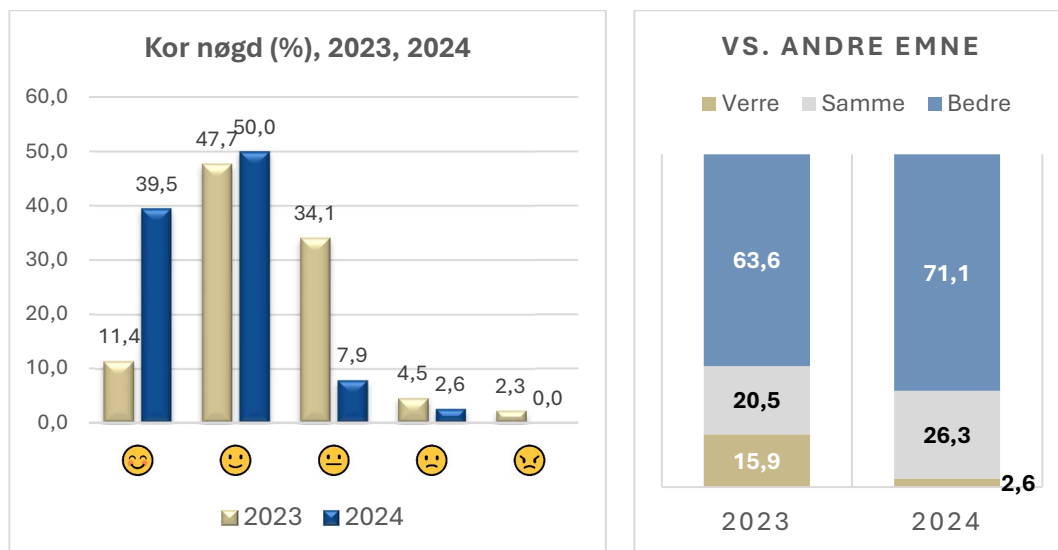
Somme studentar utsette mykje arbeid til seint i semesteret. Dette er likevel ein ganske tynn hale, og for fleirtalet er tendensen det motsette av prokrastinering – dei prøvde å gjere unna fleire testar i første halvdel av semesteret, for å sikre ein ståkarakter som dei kunne byggje vidare på. Medianstudenten hadde greidd E-testen allereie i veke 40, D i veke 43 og C i veke 47, som var siste sjanse til å ta test.



Figur 4: Klassen sin testprogresjon per veke 2024 (Sindre & Hansen, 2025).

3.2 Studentane si oppleving av emnet

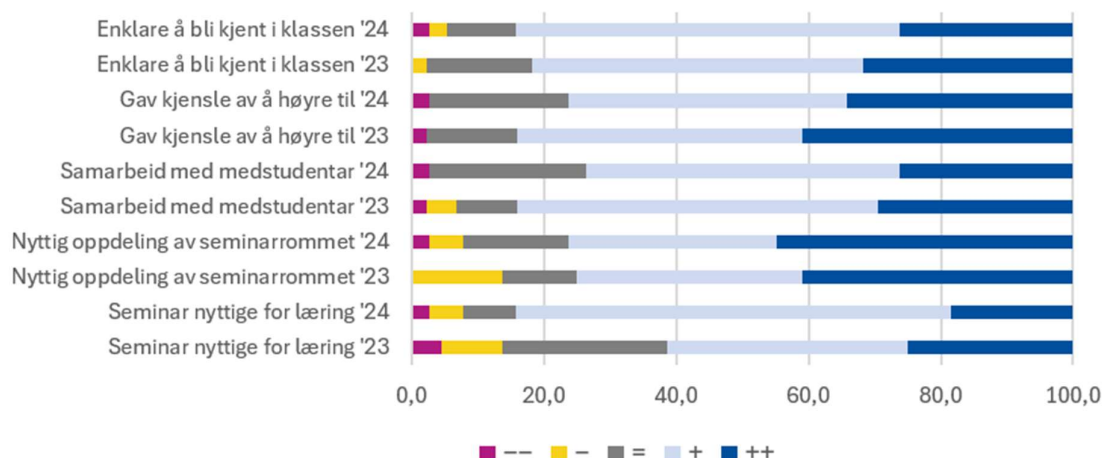
To av spørsmåla i spørjeundersøkinga gjekk på om studentane var overordna nøgde med emnet. Resultat på dette for 2023 og 2024 er viste i Figur 5. Venstre del av figuren er kor nøgd ein var med emnet, alt i alt. Resultata var bra allereie i 2023, trass i veike karakterar, og studentane var enda meir nøgde i 2024 (Sindre & Hansen, 2025). Det andre spørsmålet var om dei likte IT1001 verre, same eller betre enn andre emne dei tok parallelt same haust (t.h.), igjen med monaleg framgang frå 2023 til 2024 trass i eit allereie bra utgangspunkt.



Figur 5: Kor nøgde var studentane med emnet (Sindre & Hansen, 2025), og versus andre emne?

Forskingsspørsmåla våre går spesifikt på samarbeid og sosialt miljø, og om studentane fekk annan kompetanse i tillegg til å kunne programmere. Figur 6 viser resultat frå 2023-24 knytt til fem spørsmål om samarbeid og sosiale aspekt. Grått er

nøytralt, og fleirtalet er anten positive (lys blå) eller svært positive (NTNU-blå) på alle disse spørsmåla begge åra. Dei fleste studentane opplevde at emnet gjorde det enklare å bli kjent og høyre til på studieprogrammet, at samarbeid og obligatoriske seminar var nyttige for læring, og at oppdelinga av seminarrommet fungerte bra. Det mest negative svaralternativet blei vald av null, éin eller to studentar på desse spørsmåla.



Figur 6: Resultat på spørsmål relatert til samarbeid, seminar og sosiale aspekt

Ein del sitat i fritekstsva i undersøkinga kan kaste lys over korleis studentane opplevde emnedesignet med tanke på utvikling av generell kompetanse som t.d. samarbeid, sjølvregulering og innsikt i eiga læring:

«Jeg liker emnet godt fordi jeg kan selv regulere fremdriften min, og ikke gå videre med nye ting før jeg mestrer det jeg holder på med. På den måten blir ikke faget overveldende, men føles mer overkommelig.» (S)

«lærerikt, lære av medstudenter, + man lærer av å lære bort også.» (T)

«Det er godt å jobbe i seminarer med flere som jobber med det samme, det blir enklere å lære også kan jeg få hjelp av de som er på lik linje med meg selv.» (U)

«Det har vært gøyere og lettere å jobbe med prosjekt enn det jeg forventet. Det er gøy å bruke det man har lært i øving til testene til å lage et eget program. Det har gitt mestringsfølelse.» (V)

«er ganske deilig å kunne jobbe i eget tempo på et selvvalgt prosjekt. Det gjør emnet litt enklere å like også siden man jobber med noe man interesserer seg for hele semesteret.» (W)

«Jeg tror ikke nødvendigvis at det [Python-programmet jeg har laget] kan bli brukt veldig effektivt i en læringssammenheng [i vgs], men det er en gjennomgående rød tråd, og det er enkelt for brukeren å benytte seg av ved kjøring av koden.» (X)

Det fanst òg fritekstsva som var langt meir negative, men sitata over er ganske representative, jfr. Figur 5 med klart fleire positive enn negative til emnet, særleg i 2024.

4 Diskusjon og konklusjon

Det første forskningsspørsmålet vårt var: *I kva grad lukkast emnet i å gi både programmeringskompetanse og meir generell kompetanse?* Studentane følgde mange ulike tempo (Figur 4), men alle kom i mål med ståkarakter (Figur 3), i motsetnad til 2022 (vanleg eksamen) der 11% strauk. I 2023 stogga mange på karakteren E, som indikerer låg (om enn passabel) programmeringskompetanse, men 2024-klassen oppnådde betre karakterar enn både 2023 og 2022. Studentane sine fritekstsvar indikerer kva kompetanse dei kan ha fått som følgje av det spesielle emnedesignet, til dømes større grad av sjølvregulering ved å måtte leggje ein plan, bestemme eige tempo og velje læringsressursar (jfr. sitat Student S), samarbeid (Student T, U), og kreativitet / konstruktive evner gjennom eit sjølvvald prosjekt knytt til det realfaget ein skal bli lærar i (Student V, W, X). Student X reflekterer også nøkternt om den mogelege pedagogiske bruken av det eigenutvikla programmet sitt, som er forståeleg når det gjeld nybyrjarkode laga av éin student med avgrensa tidsbudsjett, som umogeleg kan ha same tekniske kvalitet som profesjonelt utvikla e-læringsprogram som finst i skulen.

Det andre spørsmålet var: *I kva grad lukkast emnet i å støtte sosialt miljø, klassekjensle og samarbeidslæring for LUR-studentane?* Resultata vist i Figur 6 indikerer at emnet har hjulpet mykje her. Det burde det også - det ville ha vore skuffande om eit nytt emne spesifikt for førsteklasse LUR, tidlegare spreidd på mange ulike emne, *ikkje* skulle hatt ein positiv sosial effekt. Fritekstsvara indikerer likevel at det spesielle emnedesignet også har spelt ei rolle. Særleg dei obligatoriske seminara ser ut til å ha vore viktige, der studentar vart plassert saman med andre som var på same nivå i meistringsstigen og var aktive i diskusjon av testoppgåver eller prosjektprogrammering. Hadde IT1001 i staden vore basert på vanlege forelesingar, så ja: LUR-studentane ville ha vore saman i auditoriet, om dei møtte opp, men da med meir fokus på læraren enn kvarandre. Meistringslæring utan dei obligatoriske seminara ville neppe ha bidratt like mykje til å skape ein sosial læringsarena.

Alt i alt er resultata for dette emnet oppløftande, og fagstaben er motivert for å halde fram med same opplegg, pluss gjerne også dele idear om meistringslæring med andre. Samstundes har emnet berre gått i 2 år, med 40-50 studentar i kvart kull, så vi har ikkje datagrunnlag for å påstå at dette kan fungere i alle slags fag, men det finst anna forskning som viser at meistringslæring kan ha noko for seg i mange ulike emne (Garner et al., 2019; Kulik et al., 1990; Mannion et al., 2023; Pérez & Verdín, 2023). I tillegg kan dette emnedesignet gi eit spesielt nyttig perspektiv for lektorstudentar ved å eksponere dei for læringsmetodar som dei kan trekkje inspirasjon frå i eigen framtidig profesjon.

Takk til

Studentar, referansegruppe og læringsassistentar i emnet både 2023 og 2024.

Referansar

- Ajayi Prof, K. O., Adenaike Prof, F. A., Salomi Dr, M. O., & Momodu Mrs, K. S. (2024). Effect Of Mastery Learning Strategy On Students' Learning Outcomes In Senior Secondary School Biology In Lagos State. *Essays in Education*, 30(1), 2.
- Bloom, B. S. (1971). Mastery learning. In J. H. Block (Ed.), *Mastery learning: Theory and practice* (pp. 47-63). Holt, Rinehart & Winston.
- Butler, R. C., Blair, C. D., Newman, R. E., & Batchelor, L. L. (2023). Using a computer-aided personalized system of instruction to enhance the mastery of statistics in online learning. *Teaching Statistics*, 45(3), 148-157.
- Campbell, J., Petersen, A., & Smith, J. (2019). *Self-paced mastery learning CS1* Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education,
- Francis, P., Figl, C., & Savage, C. (2012). *Mastery learning in a large first year physics class* Proceedings of The Australian Conference on Science and Mathematics Education (formerly UniServe Science Conference),
- Garner, J., Denny, P., & Luxton-Reilly, A. (2019). *Mastery learning in computer science education* Proceedings of the Twenty-First Australasian Computing Education Conference,
- Hansen, G., Sindre, G., Korpås, G. S., & Vassbakk, J. P. (2024). La kvar student velje sitt eige tempo: Meistringslæring i intro programmering. *Læring om læring*, 11(1).
- Keller, F. S. (1967). Engineering personalized instruction in the classroom. *Revista Interamericana de Psicologia/Interamerican Journal of Psychology*, 1(3).
<https://journal.sipsych.org/index.php/IJP/article/view/445>
- Kulik, C.-L. C., Kulik, J. A., & Bangert-Drowns, R. L. (1990). Effectiveness of mastery learning programs: A meta-analysis. *Review of educational research*, 60(2), 265-299. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/00346543060002265>
- Malhotra, V., & Garcia, D. (2024). *Steering Student Behavior and Performance Toward Success with Mastery Learning through Policy Optimization* Proceedings of the 2024 on ACM Virtual Global Computing Education Conference V. 1,
- Mannion, A., Coyne, R., Ferrari, C., Neşeli, M., McGee, C., Mollaoglu, S., & Leader, G. (2023). Personalized System of Instruction in Higher Education: A Systematic Review. *Journal of Behavioral Education*, 1-41.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10864-023-09530-8>
- Masi, B., Watson, D. M., Bodek, A., Khaitan, D. A., & Garcell, E. (2015). Comparison of mastery learning and traditional lecture-exam models in a large enrollment physics course. 2015 ASEE Annual Conference & Exposition,
- Ott, C., McCane, B., & Meek, N. (2021). *Mastery learning in cs1-an invitation to procrastinate?: Reflecting on six years of mastery learning* Proceedings of the 26th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1,
- Paiva, R. C., Ferreira, M., & Frade, M. (2017). Intelligent tutorial system based on personalized system of instruction to teach or remind mathematical concepts. *Journal of computer assisted learning*, 33(4), 370-381.

- Pérez, C. L., & Verdín, D. (2023). A Systematic Literature Review for Mastery Learning in Undergraduate Engineering Courses. *International Journal of Engineering Education*, 39(6), 1358-1385.
- Purao, S., Sein, M., Nilsen, H., & Larsen, E. Å. (2017). Setting the Pace: Experiments With Keller's PSI. *IEEE Transactions on Education*, 60(2), 97-104.
- Sindre, G., & Hansen, G. (2025). *A High-Transparency Approach to Mastery Learning in CS1: Mitigating Procrastination Despite Liberal Self-Pacing* In Proceedings of the 30th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE 2025), Nijmegen, Nederland.
<https://doi.org/10.1145/3724363.3729023>
- Tay, G. C. (2024). Personalized System of Instruction for the Foundational Knowledge of Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 101(6), 2381-2388.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01089>
- Toti, G., Chen, G., & Gonzalez, S. (2023). *Teaching CS1 with a Mastery Learning Framework: Impact on Students' Learning and Engagement* Proceedings of the 2023 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1,

Presentasjon

Praktisk øving laget av student eller underviser: studenters refleksjoner over effekt på læring

Beathe Sitter¹ og Ragna Stalsberg¹

¹ Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk, NTNU – Norges Teknisk Naturvitenskapelige Universitet, Norge

Sammendrag:

Studenter som har en instrumentell tilnærming til læring vil gjerne fokusere på å fullføre pensum fremfor å anvende strategier for dybdelæring. Denne studien undersøker hvorvidt studentaktive læringsmetoder kan bidra til økt motivasjon og forståelse, og således bedre vilkår for dybdelæring, hos deltidsstudenter ved videreutdanning i medisinsk bildeteknologi. To studentkulls erfaringer (N=55) med egendesignete og underviserdesignete laboratorieøvinger ble studert gjennom kvalitative analyser av refleksjonsnotater levert i etterkant.

Studentdesignede øvinger oppleves som relevante og motiverende, da de kan tilpasses eget arbeidsverktøy og kliniske behov. Aktiviteten fremmer refleksjon og bevissthet om ansvar for egen læring. Utfordringene inkluderer usikkerhet rundt øvingens kvalitet, variasjon i utstyrstilgang og tidsmangel. Underviserdesignede øvinger vurderes som mer forutsigbare og kvalitetssikrete, men til gjengjeld mindre engasjerende. Flere studenter uttrykte bevissthet rundt aktiv læring og hvordan bruk av kjent klinisk utstyr i arbeidet med laboratorieøvingene kan virke tidseffektivt.

Deltidsstudenters læringsutbytte av praktiske øvinger krever god balanse mellom struktur og tidseffektivitet, og opplevd relevans og autonomi.

Nøkkelord:

Videreutdanning, deltid, radiografi, teknologi, aktiv læring, praktisk øving

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Studenter hevdes å ha en instrumentell tilnærming til læring, der de prioriterer å "komme seg gjennom" pensum fremfor å anvende effektive læringsstrategier (Prince, 2013; Thingnes et al., 2015). Dybdelæring, som krever en aktiv tilnærming, er imidlertid en mer effektiv læringsstrategi. For at studenter skal engasjere seg i læringsaktiviteter, må de oppleve at oppgavene er meningsfulle og at de har forutsetninger for å lykkes (Feather, 1982). Forståelsen styrkes når læringsmaterialet kan knyttes til studentenes egne erfaringer og praktiske situasjoner (Cherney, 2011).

NTNU tilbyr videreutdanninger i medisinsk bildeteknologi, rettet mot personell som arbeider med denne typen utstyr. Gjennom utdanningen skal studenten øke sin forståelse for teorien bak dannelse av bildene. Videreutdanning på deltid innebærer at studentene må balansere studier med jobb og andre forpliktelser, noe som gir begrenset tid til studier. Tidsstyring er derfor en avgjørende faktor for at studentene gjennomfører deltidsstudier med suksess (MacCann et al., 2012).

Vi ønsket å knytte den teoretiske lærdommen i studiet til studentens kliniske verktøy gjennom praktiske øvinger. Studentene vil da arbeide med problemstillinger knyttet til teori, med utgangspunkt i utstyr og metoder som de kjenner godt fra før. Denne type oppgave har potensial for å oppleves som betydningsfull, og derfor bidra til motivasjon hos studentene. Videre kan denne typen studentaktiv læring bidra til mer studentdrevet læring og dermed dypere læring (Cherney, 2011). I tillegg kan studentene gjennom praktisk øvelse utvikle en praktisk forståelse med direkte nytte i sin arbeidshverdag.

1.2 Relevans

Tidseffektiv læring er et viktig aspekt i designet av undervisningsopplegg for deltidsstudenter i videreutdanning. Funntil fra studien vil ha spesifikk betydning for denne målgruppen. Dette er en studentgruppe som forventes å øke i antall. Fremtidens arbeidsliv vil kreve et bredere sett av ferdigheter, og evnen til å tilegne seg ny kompetanse blir stadig viktigere (Det kongelige kommunal- og moderniseringsdepartement, 2020). Deltidsstudier er et viktig virkemiddel for livslang læring og kompetanseheving for yrkesaktive, og gir mulighet til å oppdatere og utvikle kompetansen i hele landet. Universiteter og høyskoler skal prioritere livslang læring og fleksible og desentraliserte tilbud slik at utdanning og kompetanseheving blir tilgjengelig og uavhengig av bosted og livssituasjon (Det kongelige norske kunnskapsdepartement, 2023). Videreutdannings-tilbud må være tilpasset studentgruppen, blant annet med tilrettelegging med tidseffektive læringsaktiviteter. Funntilene i denne studien bør være overførbare til andre lignende utdanninger. Det forventes også at funntil i studien har relevans for utdanning generelt.

1.3 Problemstilling

Hvilke fordeler og ulemper ser studentene med lab-øvinger de designer selv og lab-øvinger underviser designer? Vi ønsket også å undersøke om studentenes refleksjoner viste en aktiv tilnærming til læring: I hvilken grad opplever de at det å designe lab-øvinger selv bidrar til aktiv læring?

2 Metode

Studenter som fulgte avsluttende emne ved Videreutdanning i MR ved NTNU, leverte et refleksjonsnotat som obligatorisk aktivitet (vår 2022 og 2024). Emnet inngår i en deltids videreutdanning i MR for radiografer, og handler om å forstå fysikken bak dannelse av MR-bilder. Studentenes daglige arbeidsverktøy (MR-skanner) ble aktivt benyttet i arbeidet med obligatoriske arbeidskrav som inkluderte en teoretisk og en praktisk del. De praktiske øvingene ble designet på to måter: 1) i studentgrupper og 2) av underviser. I et obligatorisk refleksjonsnotat levert i etterkant skulle studentene reflektere over egen læring i lys av opplevde fordeler og ulemper ved det å delta eller ikke delta i utformingen av øvingene.

Alle studentene (N=83) ble forespurt om refleksjonsnotatet kunne brukes i forskningsprosjekt i anonymisert form. Totalt 55 (66%) samtykket til bruk av refleksjonsnotatet i forskning. Studien er godkjent av SIKT (Ref.nr. 110620).

Analysen ble gjennomført i tråd med prinsippene for systematisk, vitenskapelig teksttolkning, hvor formålet var å identifisere nøkkeltema og sentrale trender i materialet. Notatene ble lastet opp i Nvivo (Alfasoft). Begge prosjektmedarbeidere leste tekstene uavhengig av hverandre og identifiserte egne nøkkeltema. Deretter ble individuelle funn sammenliknet for å avdekke felles mønstre og diskutere eventuelle avvik. Denne prosessen sikret analytisk triangulering, og styrker påliteligheten i fortolkningen.

3 Resultat

Begge øvingsdesign ga noen studenter enkelte problemer med gjennomføring. Likevel var de mer positive enn negative til øvingene de selv designet. For øvinger som var litt vanskelige å gjennomføre og/eller viste overraskende resultater, mente en stor andel at dette ikke begrenset læringen, men heller medførte interessante og lærerike diskusjoner. Et viktig kriterium var at årsaken til resultatet kunne forklares eller ble oppklart.

Den mest poengterte fordelen med å bidra i utarbeidelsen av arbeidskrav, var at studentene da **kan velge tema som er relevant for dem i egen arbeidshverdag** eller som noe de er ekstra interesserte i. Studentene mente både at dette gir bedre innsikt i et tema, og oppleves mer relevante og nyttig.

Det ble lagt stor vekt på **verdien av å kunne tilpasse oppgavene til tilgjengelige ressurser**, både med tanke på utstyr og individuelle tidsrammer på arbeidsplassen.

Fordi studentene har tilgang til forskjellig MR-utstyr, kan de ikke bare tilpasse oppgaven til utstyret, men de får også reflektert over hvilke muligheter den enkelte har, og ikke. Noen mente at nettopp muligheten til å tilpasse oppgaven til utstyret bidrar til at oppgaven blir utført på best mulig måte.

En tilleggseffekt av at studentene har ulik tilgang til MR-utstyr, er at det gir veldig godt grunnlag for **lærerrike diskusjoner** om hvordan utstyret brukes – også på tvers av gruppene.

Det å **kunne og måtte ta ansvar for egen læring** opplevde studentene som viktig, og gjennom å lage øvinger selv, erfarte de at det å gjennomføre oppgaven forutsetter at de har satt seg inn teori på forhånd. Samtidig åpner det for refleksjon over utfordringer som kan oppstå. Noen av studentene mente også at **det å feile har en læringsverdi**.

Videre ble det nevnt at det kan være mer **motiverende**, det er lettere å **forstå hvordan egendesignete oppgaver skal gjennomføres**, og også **huske** problemstillingen til senere. Det gjør også at studentene er **bedre forberedt til teoriundervisning**. Det ble dessuten fremhevet at det å lage oppgaver selv gir en dypere forståelse som på sikt kan gi den enkelte student en **akademisk fordel** om man vil utdanne seg videre.

Ulempene var at studentene kunne være usikre på **kvaliteten i oppgavene** de laget, både med hensyn til **omfang, vanskelighetsgrad** og hvorvidt de møtte **læringsutbyttet**.

Selv om noen studenter så fordelene av **variasjon i tilgang av utstyr**, var det andre som så dette som en utfordring, blant annet fordi oppgaven ikke lot seg generalisere.

Mangel på tid ble også nevnt som en utfordring. Endel av studentene opplevde at det å designe arbeidskrav selv tok tid fra læringen; når det blir for tidkrevende å utforme og gjennomføre oppgavene i en travel hverdag, kan dette forsinke fremdriften i studiet.

Rent organisatorisk ble det også nevnt at noen hadde utfordringer knyttet til det å **koordinere gruppa** både under utforming av oppgaven og under gjennomgangen i ettertid på grunn av geografisk spredning og delvis på grunn av bruk av Zoom.

4 Diskusjon

Studentene var generelt positive til både studentdesignete og underviserdesignete lab-øvinger, men erfarte fordeler og utfordringer ved begge tilnærmingene. De opplevde studentdesignete øvinger som relevante fordi de kunne knyttes til egen arbeidshverdag. Tidligere studier har vist at å involvere studenter i utformingen av undervisningsmaterieell bidrar til å øke deres bevissthet omkring viktige læringsbehov (Haraldseid m.fl., 2016). I følge Cherney (2011) gir aktiv læring bedre vilkår for prinsippet om dybdelæring. Studentene i vår studie pekte på at de gjennom denne tilnærmingen måtte sette seg inn i teori på forhånd, noe som førte til bedre forberedelse og refleksjon.

Samtidig var det usikkerhet rundt oppgavenes kvalitet, og variasjon i utstyrstilgang gjorde det vanskelig å generalisere resultater. Tidsbruk er en annen utfordring, spesielt for deltidsstudenter som må balansere studier og jobb (MacCann et al., 2012; Baadsvik & Stalsberg, 2023). Underviserdesignete øvinger ga studentene trygghet fordi de er pedagogisk gjennomtenkte og enklere å gjennomføre. Likevel kan de oppleves mindre motiverende enn de studentstyrte.

Flere studenter reflekterte over verdien av aktiv læring og så at det å lage egne oppgaver gir bedre forståelse. Noen så også at det å inkludere eget arbeidsverktøy i læringen kan være tidsbesparende på sikt, siden de fikk direkte erfaring med hvordan teorien fungerer i praksis. Dette kan gjøre dem mer effektive i arbeidet og bidra til en mer helhetlig forståelse av faget.

Ved å anvende de generelle MAKVIS-prinsippene for undervisning (se f.eks. Lyngsnes & Rismark, 2003/2020), kan funnene bidra til refleksjon over opplegget i et didaktisk perspektiv. Studentene opplevde økt *motivasjon* gjennom at de knyttet lab-øvingene til egen arbeidshverdag - både ved å benytte utstyr de selv hadde tilgjengelig, og ved å ta tak i problemstillinger de selv mente de burde lære mer om. Det å «eie» målet for eget arbeid bidrar til økt motivasjon for læring. Spesielt er motivasjon viktig for videreutdanningsstudenter som opplever et press på tid (MacCann et al., 2012). Selv om studenter som starter et videreutdanningsløp er motiverte ved oppstart, er utfordringen å holde denne motivasjonen ved like gjennom hele studiet.

Det at studentene deltok i utformingen av arbeidskravet selv og under forutsetningen om at oppgaven skulle gjennomføres i egen praksis, er i tråd med prinsippene om *aktivisering* og *konkretisering*. Aktivitet er avgjørende for at læring skal finne sted, og gjennom konkrete erfaringer med et bestemt tema - gjerne gjennom praktisk erfaring (prøve og feile på egen MR-maskin), men også gjennom visualisering av lærestoffet (se det med egne øyne), bringes lærestoffet nærmere den lærende, som igjen opplever økt interesse og innsikt. Ved at studentene utformet øvingene selv ble disse mer relevante, samtidig som det inviterte til aktiv læring. Studentene måtte aktivt sørge for at de forstod teorien bak den praktiske øvingen. Ettersom aktiv læring gir gode vilkår for dybdelæring (Cherney, 2011), kan en også anta at denne formen for studentaktiv læring bidrar til å redusere den instrumentelle tilnærmingen, og styrke den dype læringen.

MAKVIS-prinsipp inkluderer også *variasjon* (Lyngsnes og Rismark, 2003), som i vårt tilfelle ble ivaretatt nettopp ved at studentene fikk delta i utformingen av arbeidskravene. I tillegg kan en si at utfordringen med at ikke alle studentene hadde tilgang til det samme utstyret på egen arbeidsplass likevel resulterte i gode diskusjoner i og mellom gruppene, også understøtter verdien av variasjon i undervisningen; forskjellige ressurser gir forskjellige utfordringer, som i sin tur kan gi et bredere perspektiv og dypere forståelse, ikke minst i samarbeid med andre.

Når det gjelder det didaktiske prinsippet om *individualisering*, så handler det om å tilpasse lærestoffet til den enkelte student. Når refleksjonsnotatene viser at noen studenter var kritiske til at studentgruppene fikk designe arbeidskravene, kan en hevde at dette samsvarer med mangel på individualisering. Stor variasjon i tilgangen på MR-maskin og -utstyr, og ulik erfaring i MR-teknologi, gjorde det utfordrende å lage en oppgave som passet alle gruppelemmene.

Det siste prinsippet er *samarbeid* (Lyngsnes og Rismark, 2003) og bygger på Vygotskys sosiokulturelle læringsteori om at læring skjer gjennom sosial samhandling (se f.eks. Daniels, 2001). Å jobbe i studentgrupper med design og gjennomføring av arbeidskrav inviterer nettopp til læring gjennom samhandling. Gjennom språket uttrykker studentene seg, stiller spørsmål og utvikler på den måten begreper og kategorier for videre teoretisk forståelse. Ideen om at den beste læringen foregår i den «nærmeste utviklingssonen» (sonen mellom hva studenten klarer på egenhånd og hva hen klarer ved hjelp av en fagkyndig) dekker beskrivelsen av hvordan studentene opplevde usikkerhet, men likevel

læring. Som nevnt, skapte ulike ressurser i gruppene også gode diskusjoner og opplevelse av økt teoretisk forståelse.

Studien antyder at studentaktive læringsmetoder kan bidra til økt motivasjon og dybdelæring. Dette er i samsvar med tidligere studier (f.eks. Abrahamsen m.fl., 2020). Samtidig må undervisningsopplegg balansere mellom struktur og autonomi for å sikre læringsutbytte og gjennomførbarhet for deltidsstudenter. Videre bør det undersøkes hvordan aktiv bruk av arbeidsverktøy kan optimalisere læring og effektivitet.

5 Spørsmål

Hvordan kan vi best finne balansen mellom struktur og fleksibilitet i utformingen av praktisk øving?

Hvilke utfordringer og muligheter er sannsynlige dersom studenten selv også velger det teoretiske fundamentet i arbeidskravene? (de velger allerede selv praktisk øving)

Hvordan kan vi bidra til å utvikle en kultur der studentene selv tar ansvar for å bruke eget arbeidsverktøy aktivt for å utforske og lære teori – gjennom hele studiet?"

Takk til

Studentene ved Videreutdanningen i MR som har godkjent bruk av refleksjonsnotat i forskning og formidling.

Referanser

- Abrahamsen, E. B., Selvik, J. T., Moen, V., & Kvaløy, J. T. (2020). Om sammenhengen mellom motivasjon, studentaktiv undervisning og konstruktive tilbakemeldinger. En studie fra Universitetet i Stavanger. *UNIPED*, 43(4), 298-311. <https://doi.org/10.18261/issn.1893-8981-2020-04-0>
- Baadsvik A.M. & Stalsberg R. (2023). KPK blant norske radiografer og stråleterapeuter - holdninger, forventninger og realiteter. *Hold pusten* (4), 20-27.
- Cherney, I. D. (2011). Active Learning. In R. L. Miller, E. Amsel, B. C. Kowalewski, B. C. Beins, K. D. Keith, & B. F. Peden (Eds.), *Promoting Student Engagement* (Vol. 1, pp. 7).
- Daniels H. (2001) *Vygotsky and pedagogy*. London: RoutledgeFalmer; 2001.
- Haraldseid, C., Friberg, F. & Aase, K. (2016). How can students contribute? A qualitative study of active student involvement in development of technological learning material for clinical skills training. *BMC Nursing*, 15(2), Article 2. DOI 10.1186/s12912-016-0125-y
- MacCann, C., Fogarty, G. J., & Roberts, R. D. (2012). Strategies for success in education: Time management is more important for part-time than full-time community college students. *Learning and Individual Differences*, 22(5), 618-623.
- Prince, M. (2013). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *The Research Journal for Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- Thingnes, E. R., Stalsberg, R., & Sitter, B. (2015). Er forelesninga effektiv, interessant og meningsfull? - Oppfatninger om og betydningen av forelesninger som undervisningsform. *UNIPED*, 38(4), 390-397. <https://doi.org/10.18261/ISSN1893-8981-2015-04-16>

Presentation

Facilitating student preparation and learning in chemistry courses with a virtual laboratory guide

Jonathan Soulé^{1,2}, Monica Jordheim¹, John Georg Seland¹, Bjørn Grung¹ and Reidun Alice Myklebust¹

¹Department of Chemistry, University of Bergen, Norway

²Department of Biological Sciences, University of Bergen, Norway

Abstract: Chemistry is a central component of STEM education programs in Norwegian universities. Introductory chemistry courses are offered early in bachelor programs and include practical exercises that often constitute students' first laboratory experience at the university level. Laboratory courses have a high pedagogical value for students. For the faculties, however, they are resource-demanding and require extensive preparation by teachers and technicians. Despite the large amount of information provided through prelab lectures and handbooks, students often come unprepared for practical activities. Consequences include reduced efficiency and learning outcomes, and higher risks of HSE concerns.

Through the project ChemView360, we created a virtual, web-based laboratory guide that allows students to navigate within the teaching facilities before the first practical exercise. They can explore the premises, identify instruments and locate safety equipment. Clickable items embedded in the user interface display information panels with short videos or images. ChemView360 also offers instructional videos introducing the lab exercises. These videos, featuring student partners as the actors, explain the principles behind the experiments, demonstrate the procedures in detail, and present the expected results. In this presentation, we introduce ChemView360 and share our findings on how the platform was received by students and evaluated by staff and assistants.

Keywords: student preparation, virtual exploration, laboratory teaching, introductory chemistry, learning tool

1 Introduction

Chemistry is a central component of STEM education programs in higher education institutions in Norway. At the University of Bergen, introductory courses in chemistry take place early in the student curriculum, mainly during the first year of the bachelor's degree. These large courses include laboratory exercises that allow students to get practical skills while applying in a practical setting the theory they have acquired in textbooks or in the classroom. For most students encountering such a novel context, these activities represent their first exposure to experimental science at the university level. The lack of familiarity with the facilities and tasks to perform may be associated with a negative experience (confusion, nervousness, frustration) that is detrimental to learning (Galloway et al., 2015).

Like other fields in STEM education (biology, geology, geophysics, physics), practical activities in chemistry are both resource- and time-consuming for the teaching and technical staff. On the technical side, they require costly investments in maintenance of both facilities and instruments, and in the purchase of consumables. On the pedagogical side, these activities should be carefully planned to encourage students to adopt a deeper approach to learning. They should involve learning by doing, support skills acquisition, allow students to make mistakes and to learn from them. Also, teachers should design the learning activities according to the principles of constructive alignment, making sure that both their content and their assessment match the intended learning outcomes of the course (Biggs and Tang, 2011; Adams, 2020). In addition, knowledge and awareness of HSE (Health, Safety & Environment) should be constantly emphasized as students gain access to potentially hazardous chemicals, expensive instruments and glassware in an unfamiliar training environment.

To enhance learning and increase efficiency at the laboratory, teachers and technicians work together to develop course materials such as a comprehensive, printed handbook, and to organize prelab lectures. Beyond covering the experiments, their purpose, connected principles, and protocols in detail, these materials also present the expected outcomes, and give guidelines to report and interpret the results. Despite this apparent abundance of information, the staff periodically reports on the observed lack of preparation. Consequences are weak performance at the bench, delays in completion of the tasks, wasted time as exercises must be repeated, and potentially higher risk of accidents due to lack of prerequisite knowledge, tidiness, and awareness.

In past years and especially since the occurrence of COVID-19, the use of digital solutions in teaching at the university level has tremendously increased (Pinheiro et al., 2023). Learning through videos and platforms utilizing augmented or virtual reality has been shown to benefit learning in a broad set of disciplines and activities, and to trigger student engagement and inclusivity (Noetel et al., 2021; Hamilton et al., 2021; Eidesen and Hjelle, 2024).

To help our students in chemistry get better engaged, informed and prepared for laboratory activities, we initiated the project ChemView360 aiming at developing a virtual chemistry laboratory guide. The goal was to combine virtual exploration of the premises with instructional videos and illustrating materials presented in context. This presentation gives an overview of the design and outcomes of ChemView360.

2 Developing a digital twin for the chemistry laboratory

2.1 Familiarization through visual exploration of the premises

Considering that newly enrolled students in introductory courses have likely never encountered our teaching facilities, we found it essential to introduce them to the lab, instruments, and other points of interest through a virtual guide. This guide aims to reduce the unfamiliarity they might experience while increasing their awareness of the environment. Besides providing a virtual insight into the lab, we placed special emphasis on addressing ‘tacit knowledge’ (Glass, 2013) – the kind of knowledge that is difficult to transfer through writing or verbalization. This includes skills, ideas, and experiences that are crucial for learning laboratory techniques and fostering scientific thinking. We found inspiration in the work of Eidesen and Hjelle (2024) and used their approach to create an exploratory guide of our chemistry laboratory. 360-degree pictures of the teaching laboratory were acquired, post-processed and supplemented with “hotspots” (see Figure 1A), which are localized, clickable markers highlighting either a point of interest (for example an instrument or another location in the room) or a safety item (fire safety equipment, emergency showers). Whenever relevant, hotspots display descriptions of items or procedures and illustrate them with pictures or short videos. Navigation menus embedded in the graphic user interface allow for exploration of the rooms, with shortcuts to locations, and general information about the lab course and equipment (Figure 1B).

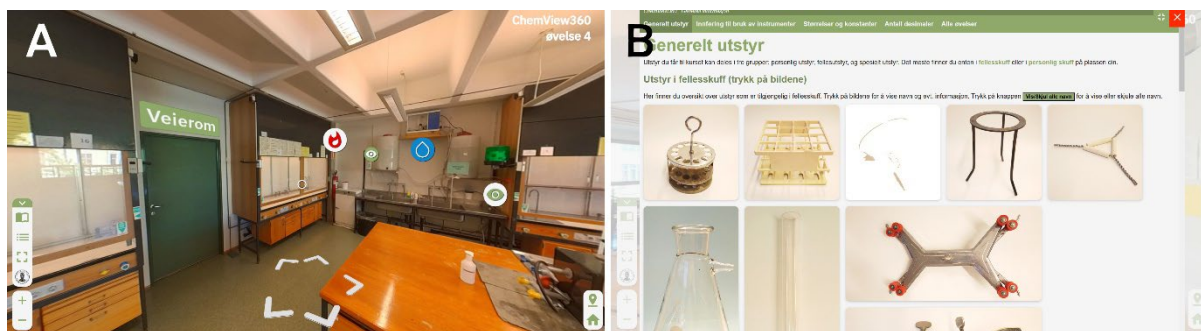


Figure 1. ChemView360 introduces students to the teaching facilities through a virtual guide with 360-degree pictures. **A:** Screenshot of the website showing the laboratory and clickable items (i.e. hotspots) that provide detailed information about equipment and HSE. **B:** Screenshot of a menu listing and naming the various items that students get access to when at the laboratory.

2.2 Preparation for lab experiments through short instructional videos

To enhance student preparation for lab exercises, we created a set of short instructional videos (Figure 2A) that highlight the experimental procedure and outcomes. Videos were built around the 5 following principles. They must 1) convey the purpose of and the principles behind the exercise, 2) demonstrate step-by-step the safe execution of the procedure, 3) present the expected results, 4) guide students into presenting their own results in the lab report and 5) be concise (shorter than 7-8 minutes). Videoscripts were written and reviewed by course teachers and teaching technicians to ensure that the contents were both pedagogically and technically sound. In addition, we designed a

set of shorter videos to illustrate the correct and safe use of instruments (e.g. analytic balance) and glassware (e.g. pipette, burette, etc.). Note that all the videos were performed by undergraduate students to make the content more relatable and engaging.

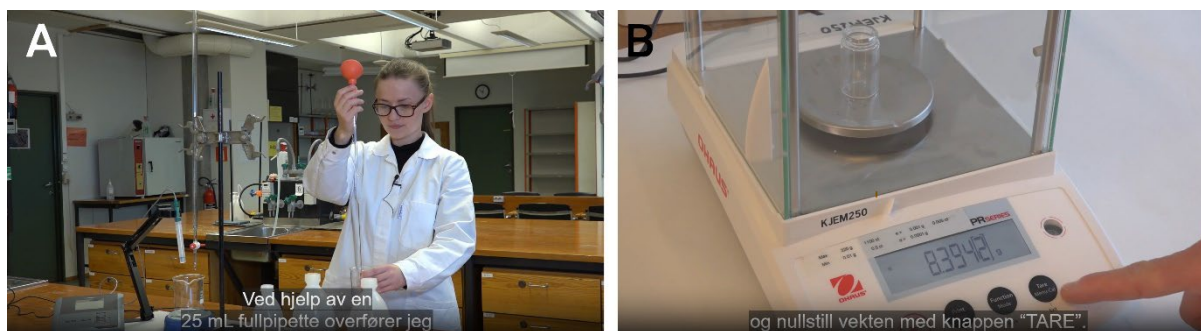


Figure 2. ChemView360 makes use of short instructional videos to **A**: explain the principles behind each of the course experiments and introduce to the experimental procedure to follow, and **B**: demonstrate the use of instruments and equipment that the students will employ under completion of each of the lab exercises.

3 Students' use of ChemView360 and their feedback

During fall 2024, we released ChemView360 in one of our introductory courses (four laboratory exercises) in chemistry and surveyed the students on their use and perception of the platform. The platform was presented as a teaching material complementary to the lab handbook, but its use was optional. The survey was anonymous and nonmandatory, and aimed at understanding whether, when and how this digital resource was useful to them.

To the question “Did you use ChemView360 in this course?”, 162 of the 168 respondents replied positively. When these 162 students (thereafter referred to as “users”) were asked about when they used ChemView360, 99% indicated that they used the platform for preparation, 18% during the lab exercise, and 33% after completion of the lab exercise,

Regarding the exploration component of Chemview360 (i.e., the virtual lab guide), a significant majority (> 80%) of users reported that the platform helped them become familiar with the lab and reduced their anxiety about the laboratory course. A majority (>60%) also reported that the platform helped them locate equipment and instruments, as well as identify potential dangers in the lab.

Concerning the instructional videos available in ChemView360, a significant majority of users (>80%) reported that they enhanced their understanding of lab expectations, visualized the procedures, assisted in both starting and completing the exercises, clarified the underlying principles, and reduced hesitation during the exercises.

In parallel to the survey among students, we gathered feedback from teaching assistants and lab engineers. They observed a noticeable improvement in students' preparation levels. Students waste less time and start their laboratory exercises more quickly. Additionally, there is a reduction in spills and clutter in the lab, contributing to a safer and more organized environment.

4 Conclusion

The development and implementation of a virtual learning platform (ChemView360) for an introductory chemistry course proved highly effective as a supplementary teaching tool. Widely adopted by students, it significantly improved their lab preparation, reduced anxiety, and enhanced safety awareness. The instructional videos were particularly beneficial, aiding in understanding lab expectations and procedures. Feedback from lab staff confirmed these findings, noting improved student preparation, quicker lab starts, and a safer, more organized environment. Overall, ChemView360 greatly enhanced the learning experience and operational efficiency in the lab.

Acknowledgements

ChemView360 received funding from the University of Bergen as a pilot project in redesign of study program. We would like to thank Zeljana Pavlovic and Anja Møgelvang for contributing with survey design and data collection, as well as Anne Gulbrandsen Frøystein and Inger Johanne Fjellanger for monitoring quality throughout online content creation. Special thanks to Sehoya Cotner and the STEM Education Research Center for constructive discussions during project development.

References

- Adams, C. J. (2020). A constructively aligned first-year laboratory course. *Journal of Chemical Education*, 97(7), 1863-1873. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00166>
- Eidesen, P. B., & Hjelle, S. S. (2024). How to make virtual field guides, and use them to bridge field- and classroom teaching. *Nordic Journal of STEM Education*, 8(2), 88-105. <https://doi.org/10.5324/njsteme.v8i2.4921>
- Galloway, K. R., Malakpa, Z., & Bretz, S. L. (2016). Investigating affective experiences in the undergraduate chemistry laboratory: Students' perceptions of control and responsibility. *Journal of Chemical Education*, 93(2), 227-238. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00737>
- Glass, R. J. (2013). Tacit beginnings towards a model of scientific thinking. *Science & Education*, 22, 2709-2725. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9622-5>
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8(1), 1-32. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>
- Noetel, M., Griffith, S., Delaney, O., Sanders, T., Parker, P., del Pozo Cruz, B., & Lonsdale, C. (2021). Video improves learning in higher education: A systematic review. *Review of educational research*, 91(2), 204-236. <https://doi.org/10.3102/0034654321990713>
- Pinheiro, R., Edelhard Tømte, C., Barman, L., Degn, L., & Geschwind, L. (2023). *Digital transformations in Nordic higher education* (p. 278). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-27758-0>

Presentasjon

Utvikling av samarbeidskompetanse og vurderingskompetanse gjennom et industrirelatert prosjekt

Ina Merete Stuen¹, Iselin Grav Aakre¹, Kjersti Kleveland¹ og Lene Østby¹

¹ Institutt for materialteknologi, NTNU, Norge

Sammendrag: Både samarbeidskompetanse og kompetanse i å vurdere eget og andres arbeid er viktig for å lykkes som student, og i senere yrkeskarriere. Ved kjemiingeniørstudiet ved NTNU har studentene gjennomført et gruppeprosjekt de første ukene i første semester, der de blir bedre kjent med kjemisk industri i Norge. Studentene lager en poster om et utdelt tema, som presenteres for resten av studentene på en posterkonferanse. Gjennom gruppesamarbeidet og undervisning i gruppedynamikk, videreutvikler studentene sin samarbeidskompetanse, og gjennom gruppevis medstudentvurdering og egenvurdering, får de utviklet sin vurderingskompetanse. Resultatene fra gjennomføringen høsten 2024 viser at studentene opplever arbeidslivsrelevans, og er svært fornøyde med utbyttet av medstudentvurdering og egenvurderingen. Samtidig uttrykker studentene at samarbeidet i gruppene har fungert godt.

Nøkkelord:

arbeidslivsrelevans, samarbeidskompetanse, medstudentvurdering, gruppeprosjekt, studentaktiv undervisning

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I 2022 ble det gjennomført en periodisk evaluering av studieprogrammet 3-årig bachelor i ingeniørfag, kjemi ved NTNU Trondheim (NTNU, 2022a). Evalueringen viste at studieprogrammet ikke er gode nok på å tydeliggjøre arbeidslivsrelevansen i studiet og at studentene etterspør mer varierte lærings- og vurderingsformer. Det ble påpekt at sammenhengen mellom praktisk laboratoriearbeid og relevant arbeidslivserfaring ikke kommer godt nok frem.

Både NTNU-prosjektet Fremtidens teknologistudier (NTNU, 2022b) og rammeplan for ingeniørutdanning (Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning, 2018) understreker viktigheten av opplevd arbeidslivsrelevans for ingeniørstudenter. Videre vektlegges bruk av studentaktive læringsformer og varierte vurderingsformer, som kan gi økt engasjement, bedre læringsutbytte og fremme livslang læring. Relevante kompetanser det blant annet pekes på er samarbeidskompetanse og vurderingskompetanse, som begge er overførbare til arbeidslivet (Østby et al., 2024).

Gode samarbeidsevner er viktig for å lykkes med utdanning, arbeidslivet, og for personlig utvikling. Et vellykket samarbeid forutsetter aktiv deltakelse fra studentene, det vil fremme læringsprosessen og utvikle deres evne til å samarbeide effektivt (Freeman et al., 2014). Til tross for fordelene med gruppearbeid, kan det være en utfordrende arbeidsform. For å sikre en produktiv læringsprosess bør arbeidet derfor knyttes til konkrete oppgaver som legger til rette for gjennomførbare og strukturerte løsningsstrategier (Levin & Rolfsen, 2006).

Et mål for studenter i høyere utdanning er å utvikle evnen til å vurdere kvaliteten på eget og andres arbeid. Ved å trene studentene i selv vurdering og medstudentvurdering, hvor de reflekterer over arbeidet basert på definerte kriterier, vil de bli bedre rustet til fremtidens læringsbehov. Å vurdere andres arbeid gir en dypere forståelse av kvalitetskrav, og bidrar til at de utvikles til selvstendige og kritisk tenkende fagpersoner. Denne typen vurdering utvikler metakognitive strategier og bidrar til overførbare ferdigheter, som ikke bare møter umiddelbare behov, men også forbereder studentene på livslang læring (Boud & Falchikov, 2007; Taj et al., 2018).

Det er viktig å komme tidlig i gang med læringsformer som tar for seg de aktuelle kompetanser, da første studieår er kritisk for studenters trivsel og akademiske suksess. Å gi studentene en positiv opplevelse og gode erfaringer med aktiviteter de opplever som relevante for fremtidig yrkesliv kan gi redusert frafall (Bovill, Bulley & Morss, 2011; Lizzio & Wilson, 2008).

For å møte utfordringene avdekket av periodisk evaluering og føringene fra Fremtidens teknologistudier og rammeplanen for ingeniørutdanning, ble det opprettet et nytt identitetsemne som kjemiingeniørstudentene tar første semester: IMAK1002 Innføringsemne for kjemiingeniører. Emnet er ment å gi studentene innsikt i en kjemiingeniørs arbeidsoppgaver, og samtidig gi motivasjon til valgt utdanning. Vi har valgt å gi studentene et forholdsvis enkelt gruppeprosjekt ved studiestart, med fokus på arbeidslivsrelevans, samarbeidskompetanse og vurderingskompetanse fremfor

avanserte faglige problemstillinger, noe som kan bidra til å styrke studentenes læringsopplevelser og samholdet innad i gruppa (Bravo, Catalán & Pina, 2018).

1.2 Mål for prosjektet

Gjennom et industrirelatert gruppeprosjekt ønsker vi at de ferske studentene skal:

1. Videreutvikle sin samarbeidskompetanse, gjennom å bygge et sosialt miljø med medstudenter og arbeide i grupper om å løse en problemstilling
2. Bygge kompetanse i å vurdere eget og andres arbeid, for å gjøre dem bedre i stand til å mestre studiehverdagen og utruste dem til livslang læring
3. Oppleve arbeidslivsrelevans og økt motivasjon for studiet de har begynt på

2 Gjennomføring

2.1 Prosjektet

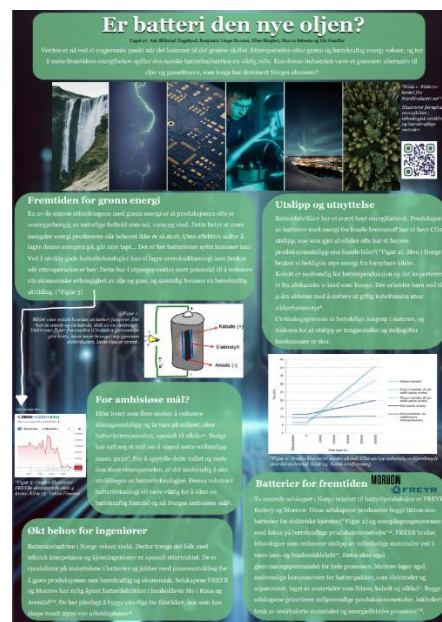
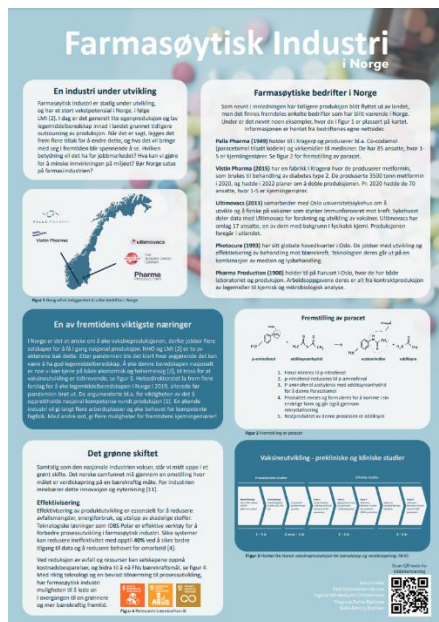
Prosjektet ble gjennomført som en del av undervisningen og vurderingsgrunnlaget i emnet IMAK1002 Innføringsemne for kjemiingeniør, som har vært et obligatorisk emne første semester for kjemiingeniørstudenter ved NTNU. Oppstart var i den første ordinære undervisningsuka, og hele prosjektet ble gjennomført i løpet av tre uker.

Studentene ble inndelt i grupper på 4-5 studenter, og hver gruppe fikk tildelt et spesifikt tema innen kjemisk/bioteknologisk industri, for eksempel farmasøytisk industri, treforedling eller batteriindustri. Oppgaven til studentene var å lage en poster som skulle beskrive den aktuelle industrien i Norge, blant annet relevante bedrifter, kjemiske prosesser, bærekrafthensyn og jobbmuligheter for kjemiingeniører.

Parallelt med oppstart av prosjektet fikk studentene undervisning i gruppeprosesser og gruppedynamikk. Studentene skrev en gruppeavtale som skulle legge et konstruktivt grunnlag for samarbeidet i gruppen (Aakre & Mørkve, 2024). I arbeidet med informasjonsinnhenting og utforming av posteren arbeidet gruppene selvstendig, men hadde mulighet for å kontakte faglærere for veiledning.

Etter 2 uker ble en muntlig, gruppevis medstudentvurdering av posterne gjennomført, etterfulgt av gruppevis oppsummering og tilbakemelding fra faglærerne. Dette ble gjort i en fysisk, timeplanfestet undervisningstime etter en oppsatt plan. Studentene fikk en introduksjon til hva medstudentvurdering er og hvordan den skulle gjennomføres. Hver studentgruppe vurderte og ga muntlig tilbakemelding til to andre grupper, i tillegg til å vurdere sin egen poster. Vurderingskriterier utarbeidet av faglærerne i emnet ble brukt både til medstudentvurderingen, egenvurderingen og tilbakemeldingen fra faglærer.

Studentene leverte den endelige utgaven av posteren dagen etter medstudentvurderingen, og disse ble sendt til trykking før prosjektet ble avsluttet med en posterkonferanse. Posterkonferansen var obligatorisk, og i tillegg til studentene, deltok andre ansatte ved faggruppa. Studentene ble oppfordret til å utforske hverandres postere, men minst én person fra hver gruppe måtte være til stede ved sin poster til enhver tid for å presentere og svare på spørsmål. *Figur 1* viser to eksempler på studentpostere fra høsten 2024.



Figur 1: Eksempel på studentpostere fra høsten 2024

2.2 Datainnsamling

I etterkant av prosjektet besvarte studentene en individuell, digital spørreundersøkelse. Den kvantitative delen av spørreundersøkelsen så blant annet på studentenes opplevelse av arbeidslivsrelevans, motivasjon, medstudentvurdering og egenvurdering, og lot studentene ta stilling til ulike påstander på en fempunktets Likert-skala. I den kvalitative delen ble studentene bedt om å reflektere skriftlig rundt egen læring, gruppeprosessen, og organiseringen av prosjektet.

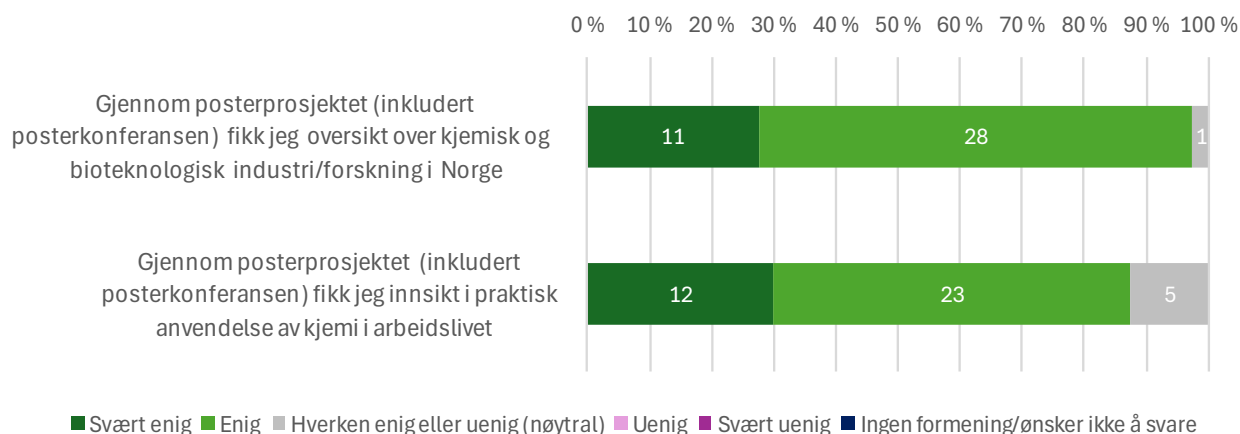
En studentassistent observerte studentene både under medstudentvurderingsøkten, og under selve posterkonferansen. Det ble benyttet observasjonsskjema som blant annet fokuserte på samspillet mellom gruppemedlemmene, om alle deltok, om hvordan dialogen var og hva studentene fokuserte på.

3 Resultat og diskusjon

Prosjektet er gjennomført to ganger, høsten 2023 og 2024. Her beskrives resultatene fra høsten 2024. Data fra høsten 2023 er noe mer begrenset, men gir samme hovedinntrykk.

3.1 Hvordan opplevde studentene prosjektet?

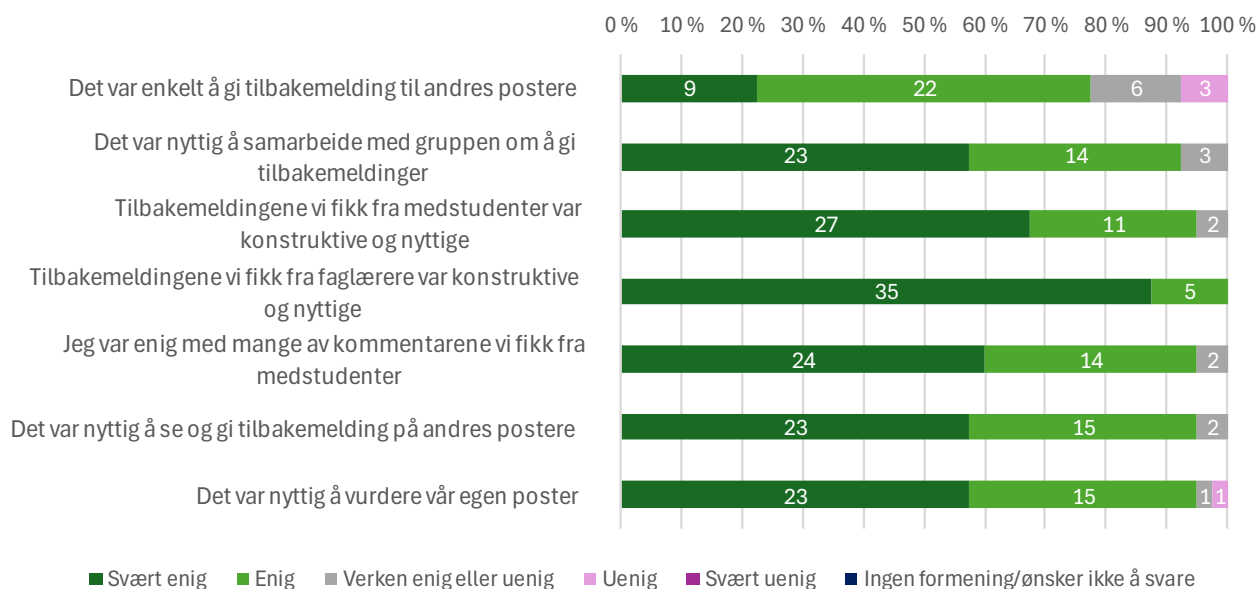
40 av 42 studenter i emnet (95 %) besvarte spørreundersøkelsen. Kun resultater fra utvalgte spørsmål presenteres her. På spørsmålene om arbeidslivsrelevans, svarte alle utenom én at prosjektet ga dem oversikt over kjemisk og bioteknologisk industri/forskning i Norge, og 88 % var enige i at prosjektet ga dem innsikt i praktisk anvendelse av kjemi i arbeidslivet (se Figur 2). Ingen av studentene var uenige i disse påstandene.



Figur 2: Studentenes opplevelse av arbeidslivsrelevans

Den kvalitative delen av undersøkelsen bekrefter inntrykket av at studentene opplevde prosjektet som arbeidslivsrelevant, og mange av studentene skriver at posterutstillingen ga en bedre forståelse for mulige jobbmuligheter i fremtiden.

Figur 3 viser at studentene var veldig fornøyd med både egenvurderingen og medstudentvurderingen. De fleste, men ikke alle, er enige i at det var enkelt å gi tilbakemelding til andres postere. Studentene opplevde tilbakemeldingene fra både medstudenter og faglærere som konstruktive og nyttige, og svarer at de var enige i mange av kommentarene de fikk fra medstudenter. I tillegg syntes de det var nyttig å samarbeide med gruppen om å gi tilbakemeldinger, de syntes det var nyttig å se på og gi tilbakemelding til andres postere, og de opplevde det nyttig å vurdere sin egen poster.



Figur 3: Studentenes svar på spørsmål om medstudentvurderingen og egenvurderingen

Studentenes tekstsvaer antyder at alle har vært fornøyd med både gruppesammensetning og samarbeidet. Det er ingen indikasjoner i svarene på at noen av gruppene har hatt konflikter eller problemer underveis, og studentene uttrykker at de er veldig fornøyd med både organiseringen av prosjektet, samarbeidet i gruppene, utbyttet fra medstudentvurderingen og egen læringsprosess.

3.2 Observasjoner

Under medstudentvurderingen ble det observert et godt og konstruktivt samarbeid innad i alle gruppene. Det var en god tone og studentene virket trygge. Selv om det hovedsakelig var én på hver av gruppene som tok ansvaret med å notere og styre arbeidet med tilbakemeldingene, så kom alle gruppe medlemmene med innspill underveis, også de mest “stille” på gruppa. Gruppene diskuterte og ble enige om hvilke tilbakemeldinger som skulle gis. Når gruppene skulle gi hverandre tilbakemeldinger, ble de både gitt og tatt imot med respekt for hverandre.

Under posterutstillingene ble det observert en vennlig og positiv tone mellom gruppene. Studentene stilte hverandre spørsmål, ga gjennomtenkte svar og uttrykte anerkjennelse for hverandres arbeid. I tillegg demonstrerte de en bredere kunnskap om temaet enn det som var presentert på selve posteren.

3.3 Oppsummering

Tre hovedmål med prosjektet var å videreutvikle studentenes samarbeidskompetanse og vurderingskompetanse, samt at studentene skulle oppleve arbeidslivsrelevans.

Det er vanskelig å si noe bastant ut ifra datamaterialet vårt om hvorvidt studentenes samarbeidskompetanse har økt, men studentene har blitt kjent med medstudenter, fått undervisning om gruppeprosesser og gruppedynamikk, og både observasjonene og studentenes egne refleksjoner tyder på at samarbeidet i gruppene har fungert bra.

Resultatene fra spørreundersøkelsen viser tydelig at studentene opplevde både egenvurderingen og medstudentvurderingen som nyttig. Studentene gjennomfører individuell medstudentvurdering og egenvurdering i et senere prosjekt i samme emne, og våre erfaringer tyder på at denne første runden med gruppevis medstudentvurdering gir dem selvtillit og kompetanse til å mestre nye og mer krevende vurderingssituasjoner senere (Aakre *et al.*, 2024).

Resultatene fra spørreundersøkelsen viser at studentene opplevde å få bedre oversikt over relevant arbeidsliv gjennom arbeidet med prosjektet og posterkonferansen.

I fritekstsvarene gir studentene uttrykk for at prosjektet var spennende, interessant og lærerikt. Studentene oppfatter prosjektet som relevant, og opplever at de lærer mer om og blir tryggere på studiet de har valgt, noe som kan føre til redusert frafall. Mye tyder på at de også har utviklet relevante kompetanser som vil hjelpe dem i videre studie og arbeidsliv.

Takk til

Takk til alle studentene som har deltatt aktivt i prosjektet og besvart spørreundersøkelsen!

En stor takk til Maja Hammild luel, som har utført observasjonene.

Utviklingen av vurderingsformene i emnet er gjort som en del av prosjektet VI: Vurdering for ingeniøridentitet, finansiert av NTNU Toppundervisning.

Referanser

- Boud, D., & Falchikov, N. (2007). Introduction: Assessment for the longer term. I D. Boud & N. Falchikov (Red.), *Rethinking Assessment in Higher Education: Learning for the Longer Term*. Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203964309>
- Bovill, C., Bulley, C. J. & Morss, K. (2011) Engaging and empowering first-year students through curriculum design: perspectives from the literature, *Teaching in Higher Education*, 16(2), 197-209.
<https://doi.org/10.1080/13562517.2010.515024>
- Bravo, R., Catalán, S., & Pina, J. M. (2018). Analysing teamwork in higher education: an empirical study on the antecedents and consequences of team cohesiveness. *Studies in Higher Education*, 44(7), 1153–1165. <https://doi.org/10.1080/03075079.2017.1420049>
- Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning. (2018). *Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning* (FOR-2018-05-18-870). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2018-05-18-870>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(23), 8410–8415.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Levin, M. & Rolfsen, M. (2006) *Arbeid i team, Læring og utvikling i team*, Fagbokforlaget.
- Lizzio, A., & Wilson, K. (2004). First-year students' perceptions of capability. *Studies in Higher Education*, 29(1), 109–128. <https://doi.org/10.1080/1234567032000164903>
- NTNU. (2022a). *Periodisk evaluering av studieprogram Bachelor ingeniør kjemi og materialteknologi (FTHINGKJ/FTHINGMAT)* [Sluttrapport].
<https://i.ntnu.no/documents/1305837853/1314499401/Sluttrapport+-+Periodisk+evaluering+%28FTHINGMAT-FTHINGKJ%29-2022.pdf/ea8eca81-b800-2b0c-2cd4-f2f4974262be?t=1680511482257>
- NTNU. (2022b). *Teknologiutdanning 4.0: Anbefalinger for utvikling av NTNUs teknologistudier 2022-2030* [Sluttrapport]. NTNU. <https://www.ntnu.no/fremtidensteknologistudier/sluttrapport>
- Tai, J., Ajjawi, R., Boud, D., Dawson, P., & Panadero, E. (2018). Developing evaluative judgement: Enabling students to make decisions about the quality of work. *Higher Education*, 76(3), 467–481.
<https://doi.org/10.1007/s10734-017-0220-3>
- Østby, L., Kleveland, K., Stuen, I. M., & Aakre, I. G. (2024, 27.-28. mai). *Hva skal til for at studenter opplever praktiske prosjekter som arbeidslivsrelevante?* [Muntlig presentasjon]. Læringsfestivalen 2024, Trondheim. <https://ntnu.cloud.panopto.eu/Panopto/Pages/Viewer.aspx?id=dc28a37d-7ad2-4641-99a7-b19500c02767&pid=755aa237-9c39-49d5-96b3-b196008091db&start=0>
- Aakre, I. G., & Mørkve, M. S. (2024). Ingeniørstudenters opplevelse av gruppeavtale: Er det lurt å skrive en avtale? *Nordic Journal of STEM Education*, 8(2), 60-72. <https://doi.org/10.5324/njsteme.v8i2.4929>
- Aakre, I. G., Stuen, I. M., Kleveland, K., & Østby, L. (2024, 27.-28. mai). *Hvorfor fungerte medstudentvurderingen så bra?* [Muntlig presentasjon]. Læringsfestivalen, Trondheim.
<https://ntnu.cloud.panopto.eu/Panopto/Pages/Viewer.aspx?id=8a216e15-d9e0-4be7-8a35-b19500bba17b&pid=755aa237-9c39-49d5-96b3-b196008091db&start=1.601161>

Presentation

Who benefits from an exam retake option? A case study in Norwegian STEM higher education on test anxiety and performance

Ruben S. Thormodsæter^{*1}, Thomas Gjesteland², Ragnhild Gya¹ og Sehoya Cotner¹

¹ Department of Biological Sciences, University of Bergen, Norway

² Department of physics and applied mathematics, University of Agder, Norway

*Presenting

Summary: Globally, we are not training enough scientists and mathematicians to meet pressing societal needs, patterns echoed in Norwegian higher education. For example, at one university in Norway, attrition between years one and two of the bachelor program in mathematics exceeds 30%. We see that introductory math courses are for many students a bottleneck for continuing STEM. As an effort to reduce failure, decrease negative emotions like test anxiety, and increase retention overall, low stakes testing with retakes was implemented in a large ($n > 400$) introductory math course in Norway. The course changed from a single high-stakes exam to multiple low-stakes exams with up to 4 retakes for each. Here, we focus on the retake option, specifically, we tested how retakes affected overall performance and level of test anxiety. We used linear mixed effects models to test the impact of having multiple retakes, its effect on students' performance per exam, test anxiety and final grade. The failure rate went from a historic range of ~35% to 12%. Further, we saw test anxiety go down (estimate -0.44, $p < 0.01$), and that high achieving students used fewer attempts, but that the students using more attempts did improve their score (Estimates = 1.23, $p < 0.001$).

Key Words:

STEM Education, Summative Assessment, Introductory Mathematics, Test Anxiety, Exam Retakes, Quantitative Research

1 Introduction

Globally, we are not training enough scientists and mathematicians to meet pressing societal needs, patterns echoed in Norwegian higher education. For example, at the University of Bergen, attrition between years one and two of the bachelor program in mathematics exceeds 30%. We see that introductory math courses are for many students a bottleneck for continuing STEM (Ellis et al., 2016; Jiang et al., 2020; Seo et al., 2019). This phenomenon cannot be attributed simply to lack of interest (de Brey et al., 2019; Medicine et al., 2016), prior knowledge (Valencia, 1997; Webb & Paul, 2023) or learning rate (Koedinger et al., 2023). Instead, lower rates of STEM retention appears to be driven by, among other things, the reliance on high-stakes exams (Stanger-Hall, 2012; Zakariya et al., 2022). One of the culprits for lower performance on high-stakes exams can be the increase of test anxiety. Where students commonly feel stress and anxiety prior to an academic evaluation, a higher academic and social pressure on the assessment can increase the amount of negative arousal, and higher test anxiety has been linked to lower performance (Ballen et al., 2017; Cotner et al., 2020; Ewell et al., 2022; Silaj et al., 2021). Here, we define test anxiety as a feeling of ‘concern about possible negative consequences of failure on a test or other evaluation situations’ (from Zeidner, 1998). In the current research, we examine how assessment methods, specifically the change from one single high-stake exam to multiple low-stakes exams with retakes relate to performance and test anxiety in STEM, with particular emphasis on an introductory-level math course.

As part of an effort to reduce failure and increase retention overall, we asked the following research questions: (1) how do retakes affect performance and level of test anxiety, and (2) is this type of intervention beneficial by increasing performance and decreasing test anxiety for students entering university with different math skill level?

2 Methods

In Norway, we studied a large (~400 students) introductory math course that changed from a single high-stakes summative assessment to multiple low-stakes exams with up to 4 retakes for each exam. All the students received, at the beginning, middle and end of the semester a survey through the class course webpage (Canvas), but it was volunteer to answer. The surveys asked for consent to collect their high-school grades, alongside the scores and grade they were getting in the course. To measure their test anxiety, we used items that were drawn from the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ; Pintrich & Others, 1991)). More specifically, we used four items that has been used and validated in several other studies (Cotner et al., 2020; Ewell et al., 2022; Papageorgiou, 2022; Silaj et al., 2021). Sample items, to which students could indicate their level of agreement on a 7-point scale, include “I am so nervous during a test that I cannot remember facts I have learned”, and “I worry a great deal about tests”. Students were grouped, based on their high school math grade, into low-performance (Norwegian equivalent of a score between F and E), medium-performance (score between D and C) and high-performance (score between B and A). Using the high-school math grades as a controlling factor, we then tested for correlations between retakes and

performance. We were also able to get course grades and high school grades for students that took the course back in 2019.

To answer the research questions, we used linear function models to test the impact of using multiple retakes. When comparing the data for 2019 to this year's (2023) we used a Chi-Squared test to test for significant differences. For investigating the test anxiety levels throughout the semester (start, mid, end), we built 4 linear mixed-effect models as growth models, with 4 different functional forms (nonlinear, linear, quadratic and log-linear). Test Anxiety was the response variable for all the models, with student-specific random-effect. Model selection was conducted using Akaike's Information Criterion (AIC (McElreath, 2018)). The model with the lowest AIC value was considered the best-supported model given the data, this was the log-linear model ($Test\ Anxiety \sim 1 + \log((Time-1) + 1) + (1|ID)$). All analysis for this study was done using R, version 4.3.2 (R Core Team, 2023).

3 Results and discussion

Participants

In total, 93 students gave us their consent and answered all the questions about test anxiety at the start of the semester. Of these 93 students, 13 students entered with a high school grade categorized as *low*, 57 with *middle* and 23 with *high* performance grade. For the dataset comparing between years (ignoring test anxiety), we had data from 141 students in 2019 (N low high school performance group = 44, N Middle = 70 and N High = 27), and 186 students in 2023 (N low = 65, N Middle = 91, N High = 30).

How did retakes affect performance, overall and for different groups of students?

High school grades were positive and significant on final grades in this course (Estimates = 0.63, $p < 0.001$). Overall, the failure rate in the low-stakes math class went from a historic range of ~35% to 12%. Further looking at the different performance groups, we saw that the ratio of students was approximately the same in 2019 and 2023, but the ratio of students performing better in 2023 was significantly, and positively ($X^2=13.367$ with $df = 2$, p -value = 0.001) changed, with fewer low-performance students, and more middle and high-performance students (figure 1).

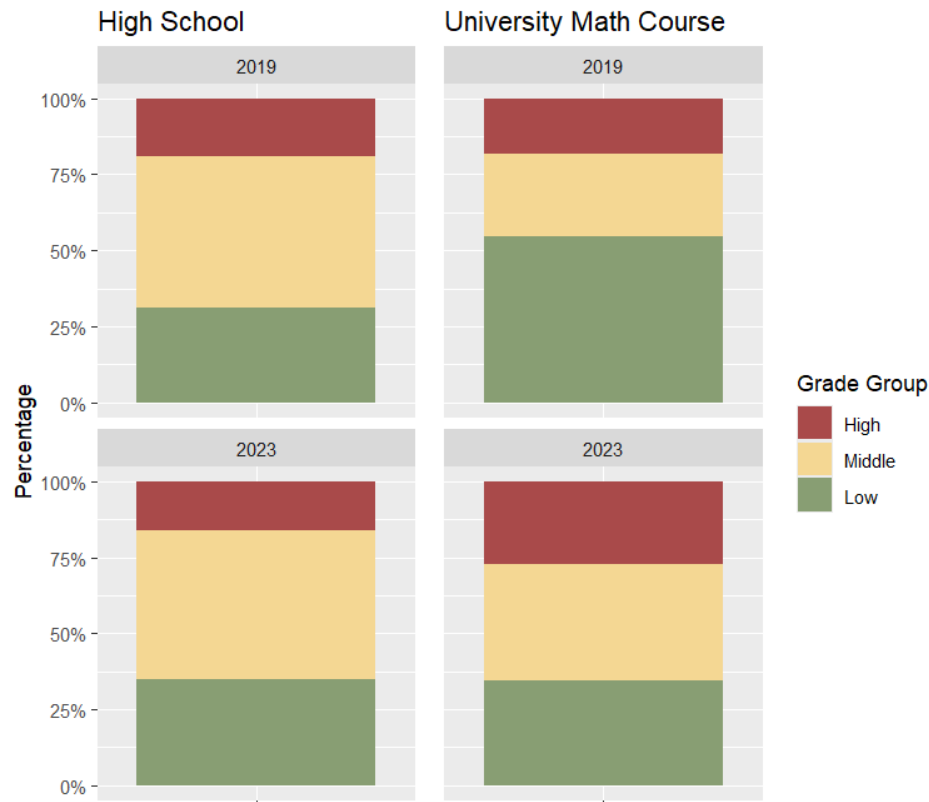


Figure 1 - Students grouped based on either high school-grades (left column) or grades they got in this course (right column) at two different years (first row being 2019, second row 2023). The groups are "Low" (F to E), "Middle" (D to C) and "High" (B to A).

Looking at the different performance groups (based on high school math grade), we saw an expected outcome of high achieving students using fewer attempts compared to the other groups (Table 1).

Table 1 - Average exam score and number of retakes per exam for each performance group based on high school math grade (Low = F to E, Middle = D to C, High = B to A)

Exam number	High Performance - Average Exam score (average number of retakes)	Middle Performance - Average Exam score (average number of retakes)	Low Performance - Average Exam score (average number of retakes)
1	14.2 (2.52)	13.1 (3.05)	11.6 (3.26)
2	13.8 (1.92)	12.9 (3.00)	8.30 (2.88)
3	13.9 (2.81)	13.0 (2.93)	11.2 (2.94)
4	13.9 (2.43)	11.2 (2.53)	9.28 (1.62)

Crucially, the high-performance students did get on average higher scores than the other groups (High avg. = 13.95, Middle avg. = 12.55, Low avg. = 10.09). But students that did use more attempts did improve their score (Estimates = 1.23, $p < 0.001$). Critically, the retakes intervention appears to have benefited the middle- and lower-performing students more, with a higher slope on performance per retake, especially in the first exams, with the exception being the last exam (Figure 2).

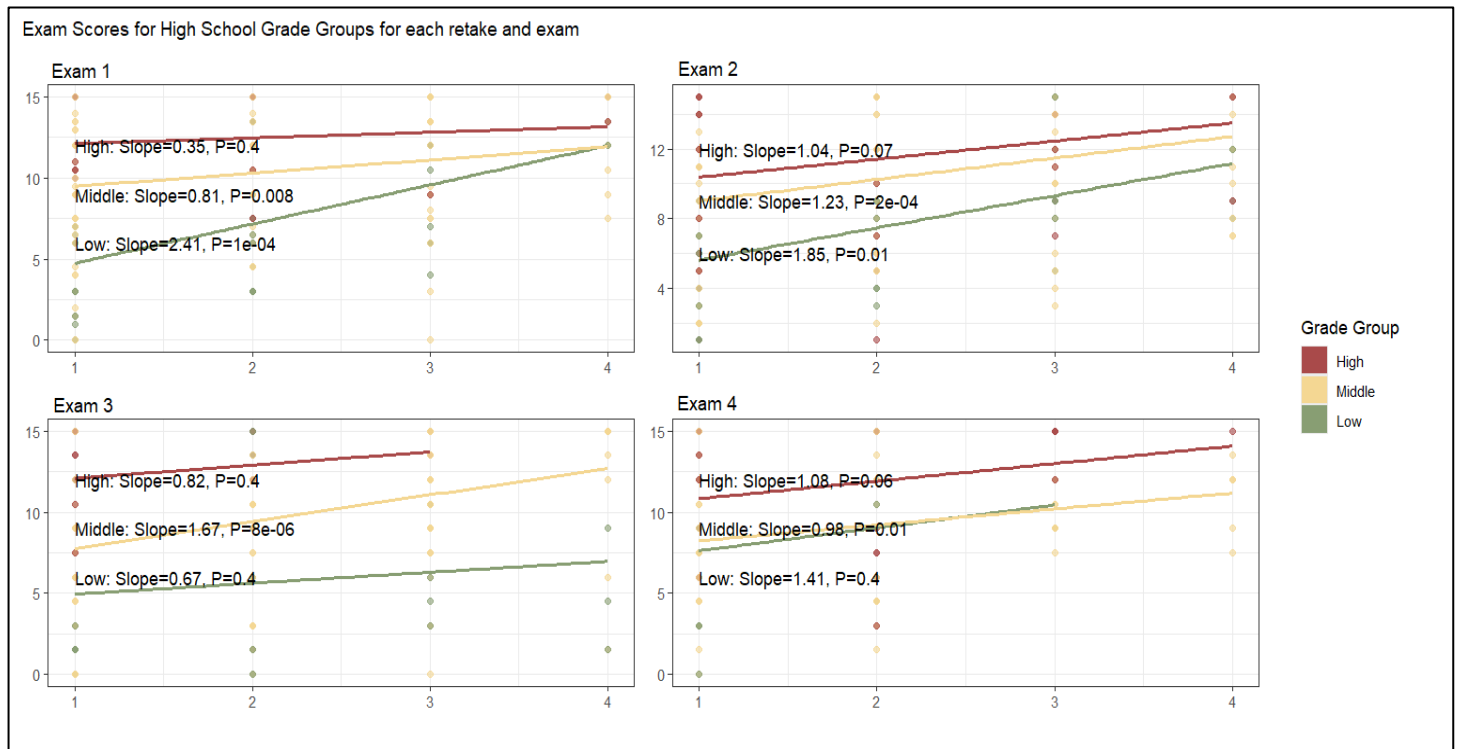


Figure 2 - Exam score (y-axis) for each high school grade group for each retake (x-axis) at the 4 exams during the semester. Green line representing students with low performance from High School (grade between F and E), yellow line representing students with middle grades (D to C), red line representing students with high grades from High School (B to A). The slope for each group at all the exams are positive, meaning that the group increased its score when retaking the exam. Low performance group has the highest slope in the first two exams, being significantly positive, with middle group being second most positive (also significant). High performance group has the flattest slope, positive but not significant. For the third exams it's the middle group that has the steepest slope, and the only group with a significant increase between each retake. The fourth exam has the High group with marginally significant increase, and Middle group with the only statistically significant positive slope.

How did test anxiety affect performance, retakes and change over the course of the semester?

We were not able to produce any significant results regarding test anxiety and retakes, or the relationship between test anxiety and performance, contradictory to other studies on test anxiety (Cotner et al., 2020; Harris et al., 2019; Silaj et al., 2021). This might be due to the nature of low-stakes exams with retakes "takes away" the source of the negative arousal (high-stakes tests), and therefore do not have a clear impact on performance. We did see a significant and negative impact of high school grade on level of Test Anxiety.

And we did see that test anxiety goes down during the semester. To see this relationship between time and test anxiety, we can plot the predicted mean profile based on the log-linear model's fixed effects (Figure 3). Test Anxiety has a negative slope (and its significant, $p < 0.001$) when going from the start of the semester to the end of the semester.

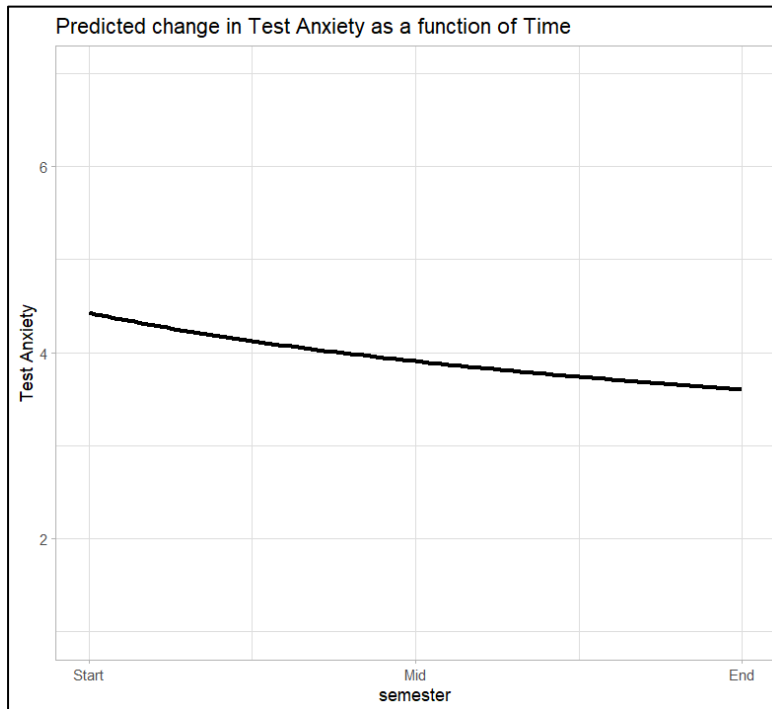


Figure 3 - Predicted change in Test Anxiety as a function of Time, with student-specific random-effect. Slope is significantly negative from Start to mid, and mid to end of the semester).

4 Limitations

Out of 65 students from the low-performance group, only 13 answered the test anxiety questions, leaving a large portion of the group we would expect had the highest amount of test anxiety. Further studies might evaluate this student group better, and more in depth.

At high-school in Norway, you can choose different math type, the recommended math to have for this course is called "R-math". For this early analysis, and for better comparison, we only looked at students that had R-math in high school, excluding students with other types of math because they must take a summer seminar before entering university, thus having a different pathway before entering uni. This group is smaller than the one we looked at, but still a group that should be included in further analysis.

5 Conclusion

These findings have clear implications for curriculum design and assessment choices. Our research contributes to our understanding of how low-stakes assessment but specifically retakes have a positive effect by addressing structural barriers. Students entering university with lower math grades from high school were able to increase their overall score when using the retakes option. With the results presented here, we can assume that with a low-stakes assessment course, without the retakes option would produce larger gaps between students at different high school math levels. As the current analysis stands, we are not able to further investigate test anxiety. We were not able to produce any significant results regarding test anxiety and retakes, or the relationship between test anxiety and performance, but we did see that test anxiety did go down during the semester. It is important to note that out of 65 students from the low-performance group, only 13 answered the test anxiety questions, leaving a large portion of the group we would expect had the highest amount of test anxiety.

The take home message from this study is that:

- 1) Students with better high school math grades do better at the university introductory math course and use fewer retakes.
- 2) Students with lower high school math grades do use more retakes but increase their score (on average) every time they do.
- 3) Test anxiety goes down during the semester, different from what we would expect in a course where the assessment method is based on higher stakes, without the option to retake.

This ‘intervention’ (going from a single high-stake to multiple low stakes with the option for retakes) aligns with broader efforts to create more inclusive and equitable practices in STEM education.

Citations

- Adesola, S., & Li, Y. (2018). The Relationship between Self-regulation, Self-efficacy, Test Anxiety and Motivation. *International Journal of Information and Education Technology*, 8, 759–763. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2018.8.10.1135>
- Agarwal, P. K., Nunes, L. D., & Blunt, J. R. (2021). Retrieval practice consistently benefits student learning: A systematic review of applied research in schools and classrooms. *Educational Psychology Review*, 33(4), 1409–1453. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09595-9>
- Ballen, C. J., Salehi, S., & Cotner, S. (2017). Exams disadvantage women in introductory biology. *PLOS ONE*, 12(10), e0186419. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186419>
- Broks, V. M. A., Dijk, S. W., Van den Broek, Walter. W., Stegers-Jager, K. M., & Woltman, A. M. (2024). Self-regulated learning profiles including test anxiety linked to stress and performance: A latent profile analysis based across multiple cohorts. *Medical Education*, 58(5), 544–555. <https://doi.org/10.1111/medu.15283>
- Cotner, S., & Ballen, C. J. (2017). Can mixed assessment methods make biology classes more equitable? *PLOS ONE*, 12(12), e0189610. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189610>
- Cotner, S., Jenö, L. M., Walker, J. D., Jørgensen, C., & Vandvik, V. (2020). Gender gaps in the performance of Norwegian biology students: The roles of test anxiety and science confidence. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 55. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00252-1>
- de Brey, C., Musu, L., McFarland, J., Wilkinson-Flicker, S., Diliberti, M., Zhang, A., Branstetter, C., & Wang, X. (2019). Status and Trends in the Education of Racial and Ethnic Groups 2018. NCES 2019-038. In

- National Center for Education Statistics. National Center for Education Statistics. <https://eric.ed.gov/?id=ED592833>
- Ellis, J., Fosdick, B. K., & Rasmussen, C. (2016). Women 1.5 Times More Likely to Leave STEM Pipeline after Calculus Compared to Men: Lack of Mathematical Confidence a Potential Culprit. *PLOS ONE*, 11(7), e0157447. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157447>
- Ewell, S. N., Josefson, C. C., & Ballen, C. J. (2022). Why Did Students Report Lower Test Anxiety during the COVID-19 Pandemic? *Journal of Microbiology & Biology Education*, 23(1), e00282-21. <https://doi.org/10.1128/jmbe.00282-21>
- Fournier, K. A., Couret, J., Ramsay, J. B., & Caulkins, J. L. (2017). Using collaborative two-stage examinations to address test anxiety in a large enrollment gateway course. *Anatomical Sciences Education*, 10(5), 409–422. <https://doi.org/10.1002/ase.1677>
- Hilpert, J. C., Stempien, J., van der Hoeven Kraft, K. J., & Husman, J. (2013). Evidence for the Latent Factor Structure of the MSLQ: A New Conceptualization of an Established Questionnaire. *Sage Open*, 3(4), 2158244013510305. <https://doi.org/10.1177/2158244013510305>
- Jiang, S., Simpkins, S. D., & Eccles, J. S. (2020). Individuals' math and science motivation and their subsequent STEM choices and achievement in high school and college: A longitudinal study of gender and college generation status differences. *Developmental Psychology*, 56(11), 2137–2151. <https://doi.org/10.1037/dev0001110>
- Koedinger, K. R., Carvalho, P. F., Liu, R., & McLaughlin, E. A. (2023). An astonishing regularity in student learning rate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(13), e2221311120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2221311120>
- Lenski, S., Zinke, N., Merkt, M., Reich-Stiebert, N., Stürmer, S., & Schröter, H. (2024). Early Indicators of Study Delay and Dropout: Test Anxiety and its Link to Exam Participation and Performance. *Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice*, 15210251241266547. <https://doi.org/10.1177/15210251241266547>
- McElreath, R. (2018). *Statistical Rethinking: A Bayesian Course with Examples in R and Stan*. CRC Press.
- Medicine, N. A. of S., Engineering, and, Engineering, N. A. of, Affairs, P. and G., Workforce, B. on H. E. and, Education, D. of B. and S. S. and, Education, B. on S., & Degrees, C. on B. and O. in C. 2-Y. and 4-Y. S. (2016). *Barriers and Opportunities for 2-Year and 4-Year STEM Degrees: Systemic Change to Support Students' Diverse Pathways*. National Academies Press.
- Papageorgiou, E. (2022). Self-regulated learning strategies and academic performance of accounting students at a South African university. *South African Journal of Higher Education*, 36(1), Article 1. <https://doi.org/10.20853/36-1-4546>
- Pintrich, P. R., & Others, A. (1991). *A Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. <https://eric.ed.gov/?id=ED338122>
- R Core Team. (2023). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* (Version R version 4.3.2 (2023-10-31 ucrt)) [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Salehi, S., Cotner, S., & Ballen, C. J. (2020). Variation in incoming academic preparation: Consequences for minority and first-generation students. *Frontiers in Education*, 5, 552364.
- Seo, E., Shen, Y., & Alfaro, E. C. (2019). Adolescents' Beliefs about Math Ability and Their Relations to STEM Career Attainment: Joint Consideration of Race/ethnicity and Gender. *Journal of Youth and Adolescence*, 48(2), 306–325. <https://doi.org/10.1007/s10964-018-0911-9>
- Silaj, K. M., Schwartz, S. T., Siegel, A. L., & Castel, A. D. (2021). Test Anxiety and Metacognitive Performance in the Classroom. *Educational Psychology Review*, 4(33), 1809–1834.
- Stanger-Hall, K. F. (2012). Multiple-Choice Exams: An Obstacle for Higher-Level Thinking in Introductory Science Classes. *CBE—Life Sciences Education*, 11(3), 294–306. <https://doi.org/10.1187/cbe.11-11-0100>
- Valencia, R. R. (Ed.). (1997). *The Evolution of Deficit Thinking: Educational Thought and Practice*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203046586>
- Varasteh, H., Ghanizadeh, A., & Akbari, O. (2016). The role of task value, effort-regulation, and ambiguity tolerance in predicting EFL learners' test anxiety, learning strategies, and language achievement. *Psychological Studies*, 61(1), 2–12. <https://doi.org/10.1007/s12646-015-0351-5>
- Webb, D. J., & Paul, C. A. (2023). Attributing equity gaps to course structure in introductory physics. *Physical Review Physics Education Research*, 19(2), 020126. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020126>

- Zakariya, Y. F., Midttun, Ø., Nyberg, S. O. G., & Gjesteland, T. (2022). Reforming the Teaching and Learning of Foundational Mathematics Courses: An Investigation into the Status Quo of Teaching, Feedback Delivery, and Assessment in a First-Year Calculus Course. *Mathematics*, 10(13), Article 13. <https://doi.org/10.3390/math10132164>
- Zeidner, M. (Ed.). (1998). The Origins and Development of Test Anxiety. In *Test Anxiety: The State of the Art* (pp. 145–170). Springer US. https://doi.org/10.1007/0-306-47145-0_6

Presentation

Formative Course Evaluation Through Continuous Student Feedback

Siri Tungland¹, Kaja Friis Ruud², Dario Blumenschein³ and Henk Keers⁴

¹ Department of Geoscience, University of Bergen, Norway

² Department of Geoscience, University of Bergen, Norway

³ Department of Geoscience, University of Bergen, Norway

⁴ Department of Geoscience, University of Bergen, Norway

ABSTRACT

Most student evaluations in university STEM education are currently done at the end of the semester and therefore are summative. We developed and tested a new student evaluation method. This method can be done at regular intervals throughout the semester. Moreover, it is formative, as it is possible for the teacher to adjust the teaching methods based on the survey and discuss the results with the students. It consists of a simple survey with two questions. The first question is related to the learning outcomes. The second question typically is related to student preparation or involvement in the course. The survey has been conducted at natural science courses of the University of Bergen. Results on the use of the survey for three courses are presented. The consensus among both students and teaching staff is that this method is a valuable tool to improve teaching. The development and implementation of the project is a student initiative.

Key words:

Formative course evaluation, quality of education, student involvement

Introduction and background

The quality of university STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) education has been a topic of research and policy discussion for many years (e.g. Fox and Hackerman (2003), Singer et al. (2012), Kober (2014), Melding for Stortinget (2017)). It is seen as central to student success. Moreover, as a result of globalization of higher education, university management has become increasingly concerned with student satisfaction (Thanassoulis et al., 2017).

The discussion about student evaluation of teaching (SET) is not new. Its history can be traced back to the 1920s and from the 1970s onwards there has been a steady increase in SET research (Benton & Cashin, 2014). This increased interest is likely due to the ever-changing nature of higher education, prompting institutions to seek effective methods of collecting feedback on teaching practices, with student evaluations of teaching (SETs) emerging as one of the most common and influential practices (Chen & Hoshower, 2010; Spooren et al., 2013).

Although SETs were originally indented for formative purposes (Spooren et al., 2013), they have nowadays primarily taken the form of summative end-of-semester surveys. These surveys allow students to rate various aspects of teaching, ranging from clarity of communication and course organization to perceived fairness of grading and overall level of engagement (Feldman, 1976; Marsh, 1987). While summative SETs can provide a final snapshot of students' overall experience or satisfaction in a course, they have also faced intense scrutiny and criticism. A significant body of research has been conducted investigating the validity of SETs (for review see Spooren et al., 2013; Quansah et al., 2024). Among other things, they have been used in administrative decisions regarding tenure, promotion, or overall faculty performance (Boring et al., 2016; Chen & Hoshower, 2003). Consequently, teaching staff often experience anxiety and tension related to summative evaluation (Yao & Grady, 2006). Additional criticism emphasizes that insights from such evaluation arrive too late to benefit the current students (Chen & Hoshower, 2003), making them an ineffective method for improving pedagogical practices.

In contrast, formative evaluations of teaching enable students to provide feedback during the course. This makes it possible for teachers to make course improvements that benefit both current and future students (Peterson, 2016). However, despite the growing recognition of the importance of formative feedback for *student learning* (e.g. low-stakes quizzes or draft assignments), formative *student evaluation of teaching* remains much less common and has not achieved nearly the same level of institutional visibility as its summative counterpart (Gravestock & Gregor-Greenleaf, 2008). A related issue is that hardly any research on formative evaluation of a course by student has been conducted even though such evaluations potentially are very useful when used for improvement of teaching, course content, and format (Chen & Hoshower, 2010). Some even argue that formative use of evaluation should be the ultimate purpose, especially when teaching

staff have not yet received enough (or any) pedagogical training, for example at the beginning of their careers (Yao & Grady, 2006).

In this paper, we investigate the usefulness of continuous formative evaluation of teaching and teachers' experiences with using it. We do this by focusing on the following research questions:

1. What were the results of the student evaluations throughout the duration of the course?
2. How did teaching staff experience the use of this form of formative student evaluation in their course?

In the next section the formative student evaluation method is described. After this the practical implementation and results of the use of this method are presented.

Description of the formative evaluation method

The survey used in the formative student evaluation method is very short. We call this the 'airport model' as a similar survey is often used after one has gone through security at airports. This model has also been implemented in various companies over the past few years, especially retail stores. The smiley emojis are easy to spot and only require a few seconds to select. Therefore, it provides a quick and intuitive way to gauge students' learning outcomes, while keeping the effort minimal.

The different smiley emojis represent four distinct levels of satisfaction. The levels are **very high**, **high**, **low** and **very low** (or, depending on the wording of the question: **very good**, **good**, **adequate** and **not adequate**). The use of the four options is deliberate as it eliminates the neutral middle ground and so encourages students to take a clear stance.

An important goal of this format is to provide quick and efficient feedback. However, students can elaborate on their answers as they also have the option to leave written comments. In the implementation that we use the form consists of two main questions:

1. "How was your learning outcome from these classes/this class?"
2. "How well have you prepared for the class?"

Since some courses require little to no student preparation, the second question can be modified if so desired. In some classes, where active participation is essential, it has been changed to "How well have you worked during the class/these classes?" Generally, the second question is meant to give the students an opportunity to reflect on their own part in learning. This is done because the learning outcomes depend not only on the teaching but also on the student's own participation, engagement and preparation.

Once the responses are submitted, a python script automatically generates a summary form with a pie chart and listed comments underneath. The continuous

feedback is implemented through a QR-code. At the end of the class, the lecturer displays the QR-code on a screen. The students can then scan the code and complete the form just before leaving the class, as it does not take much time to fill out. To prevent evaluation fatigue among students, the process is designed to be efficient and effective. As an alternative, the lecturer can upload the QR-code to an accessible platform. However, experience has shown that students tend to forget to complete the form later. It should hereby be emphasized that these surveys, as they are formative, are meant to be done regularly (for example every week or every class).

This continuous feedback system is not intended as an evaluation of the lecturer. Moreover, to ensure constructive feedback, a course representative (a student taking the class) reviews the responses and filters out inappropriate remarks. For example, comments like “The lecturer has an annoying voice” are irrelevant and unhelpful, whereas “The lecturer speaks too fast” is valuable as it affects learning outcomes.

The feedback system aims to provide lecturers with valuable insight into their students’ learning. For example, concepts that may seem obvious to an experienced academic might be challenging for students to grasp and apply. The form allows the students to express their learning progress and difficulties and gives the lecturer the opportunity to adjust the level of teaching, if necessary. The form is positive for both parties, as it holds the students responsible for their own learning and helps the lecturer to track the students’ development. If so desired, the teacher can implement changes in the teaching and/or discuss the survey results with the students, thus closing the feedback.

The survey is designed to be low effort for all the parties involved, and to not be time-consuming. The course representative simply scans the responses for inappropriate comments, before sending them to the lecturer to read through the responses. The most time-consuming aspect may be to adjust the course based on the students’ input. However, if many of the students struggle with a certain concept, then the lecturer can proactively address this in class, ultimately improving learning outcomes.

Practical Implementation and Results

Currently, the survey project has been implemented in 23 courses at the department of Geosciences of the University of Bergen (Norway). The courses range from large introductory bachelor level courses, with over 100 students, to smaller master level courses with fewer than twenty students. Despite the differences in course size and level, the format and questions used are the same.

The results presented here are preliminary. They focus on the students’ learning outcome throughout the semester and the lecturers’ experiences with the implementation of the survey. We present here the results for three courses, which were given in the same semester to the same student group of 54 students. To quantify the student experienced learning outcome we have created a point system, assigning the numbers 1-4 to the emojis, where 1 is “Very low” and 4 is “Very high”. By summing the

points and dividing by the answering rate, one gets an average score and thus a general overview of the experienced learning outcome.

The results are summarized in table 1. This table shows that the survey was conducted respectively five, four and eight times in courses 1, 2 and 3. The learning outcomes as experienced by the students varied between 2.6 and 3.7, suggesting that the students were reasonably happy about the learning outcomes. Overall, the highest learning outcomes were for Course 2. This course is based on traditional lectures, whereas the other two courses used active learning. Because of holidays, fieldwork and change of lecturers, the surveys were not conducted every week.

Teaching week	Course 1	Course 2	Course 3
1	-	-	2.61
2	2.60	-	3.20
3	2.58	-	2.67
4	2.26	3.42	3.10
5	-	3.36	-
6	-	3.00	-
7	-	3.67	-
8	-	-	2.95
9	-	-	-
10	-	-	2.53
11	2.65	-	2.67
12	3.31	-	3.25

Table 1. Results of the use of the formative student evaluation. This table shows the learning outcomes, as experienced by the students, for three courses. The courses were given in the same semester to the same group of students. The results of this table are discussed in the text.

The experience of the lecturers with the survey varied. Course 3 had reflection notes after each module. Here there were discrepancies between the comments from the survey and the reflection notes were noted. In particular, the comments from the survey were more negative. Because of this the lecturer found the comments less useful and focused more on the reflection notes. The lecturer in Course 1 did not think the format suited the specific course. This course is based on active learning with modules, and the lecturer considered it more useful with feedback after each module instead of weekly. This lecturer also stated that the survey is a positive way to get feedback from all students, as many students may be reluctant to contact the lecturers directly. The lecturers of Course 2, which got the highest overall score, were positive about the project and did not experience any challenges. The lecturers of all courses unanimously agreed that the survey was easy to use and required little extra work. They all plan to continue with the survey and want to implement it in other courses. The teachers also preferred this formative student evaluation method over the more traditional summative evaluation method held at the end of the semester.

Discussion

In this study, we describe a survey that is used in formative student evaluation of university courses. The survey is brief, easy to implement and use and is meant to improve education. Results of the use of the survey in three different parallel courses were presented. The students experienced learning outcomes were reasonably high. The traditional lecture course had higher experienced learning outcomes than the active learning courses. This is not uncommon in university education (Deslauriers et al., 2019). Students' expectations of a teacher-led structure (Wright, 2011) combined with their comfort with traditional, teacher-centered learning (Bishop, Caston, & King, 2014) lead to an initial resistance to active engagement in the learning process, even though this preference does not necessarily contribute to their learning process (Weimer, 2002). The teaching staff were positive about the use of the survey in their classes and preferred this type of student evaluation above end of the semester evaluation, which confirms findings by Yao & Grady (2006).

Conclusion

We present a new method for improving university STEM education using formative student evaluations. This method is easy to implement, and the data can be analyzed efficiently. Moreover, the results can be discussed during the course with the students. We present a summary of the survey results for three STEM courses. It is found that the two active learning courses have slightly lower experienced learning outcomes than the course based on traditional lectures. Teachers were positive about this formative student evaluation method. These results thus suggest that this formative student evaluation makes a positive contribution to improving learning in higher education.

References

- Benton, S. L., & Cashin, W. E. (2014). *Student ratings of instruction in college and university courses*. In M. Paulsen (Ed.), *Higher education: Handbook of theory and research* (Vol. 29, pp. 279-326). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8005-6_7
- Bishop, C. F., Caston, M. I., King, C. A., (2014). Learner-centered environments: Creating effective strategies based on student attitudes and faculty reflection. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 14(3), 46-63.
- Boring, A., Ottoboni, K., & Stark, P. B. (2016). Student evaluations of teaching (mostly) do not measure teaching effectiveness. *Science Open Research*, 0(0), 1–11. <https://doi.org/10.14293/S2199-1006.1.SOR-EDU.AETBZC.v1>
- Chen, Y., & Hoshower, L. B. (2003). Student evaluation of teaching effectiveness: An assessment of student perception and motivation. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 28(1), 71–88. <https://doi.org/10.1080/02602930301683>
- Deslauriers, L., L. S. McMarty, K. Miller, K. Callaghan, G. Kestin (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom, Proceedings of the Natural Academy of Sciences, 116, 19251-19257.
- Feldman, K. A. (1976). Grades and college students' evaluations of their courses and teachers. *Research in Higher Education*, 4(1), 69–111. <https://doi.org/10.1007/BF00991462>
- Fox, M. A. and N. Hackerman (editors) (2003). *Evaluating and Improving Undergraduate Teaching in Science, Technology, Engineering and Mathematics*, National Academies Press, Washington, D.C.
- Gravestock, P., & Gregor-Greenleaf, E. (2008). *Student course evaluations: Research, models and trends*. Higher Education Quality Council of Ontario.
- Kober, N. (2014). *Reaching Students - What Research Says About Effective Instruction in Undergraduate Science and Engineering*, National Academies Press, Washington, D. C.
- Marsh, H. W. (1987). Students' evaluations of university teaching: Research findings, methodological issues and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, 11, 253–388. [https://doi.org/10.1016/0883-0355\(87\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0883-0355(87)90001-2)
- Meld. St. 16 (2016-2017), 2016. *Kultur for Kvalitet i Høyere Utdanning*, Kunnskapsdepartementet. (A Culture for Quality in Higher Education, Ministry of Higher Education; in Norwegian).
- Peterson, J. L. (2016). Formative evaluations in online classes. *The Journal of Educators Online*, 13(1).
- Singer, S. R., Nielsen, N. R., Schweingruber, H. A. (editors), 2012. *Discipline-Based Education Research: Understanding and Improving Learning in Undergraduate Science and Engineering*, National Academies Press, Washington, D.C.
- Spooren, P., Brockx, B., & Mortelmans, D. (2013). On the validity of student evaluation of teaching: The state of the art. *Review of Educational Research*, 83(4), 598–642. <https://doi.org/10.3102/0034654313496870>
- Thanassoulis, E., Dey, P. K., Petridis, K., Goniadis, I., & Georgiou, A. C. (2017). Evaluating higher education teaching performance using combined analytic hierarchy process and data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 68(4), 431–445. <https://doi.org/10.1057/s41274-016-0165-4>
- Weimer, M. (2002). *Learner-Centered Teaching: Five Key Changes to Practice*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Wright, G., B. (2011). Student-Centered Learning in Higher Education. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 23(3), 92-97.
- Yao, Y., & Grady, M. L. (2005). How do faculty make formative use of student evaluation feedback?: A multiple case study. *Journal of Personnel Evaluation in Education*, 18(2), 107–126. <https://doi.org/10.1007/s11092-006-9000-9>

Presentasjon

Bruk av studieprogramdesignmatrise for utvikling av parallelle studieprogram med felles elementer

Wahlström, Erik ¹ og Kjelsberg, Ronny¹

¹ Institutt for fysikk, NTNU, Norge

Sammendrag: De senere årene har mye utviklingsarbeid innen utdanning hatt fokus på studieprogramutvikling. De enkelte emnene må danne en helhet, bygge naturlig på hverandre, og bidra til å oppfylle kompetansemålene til studieprogrammet på en slik måte at helheten blir dekt. Dette kan være komplekst nok, men hvordan koordinerer man dette når man sitter med flere studieprogram, med enda flere studieretninger, som har delvis overlappende, men delvis adskilte kompetansemål, og hvor man er i en økonomisk situasjon hvor man ikke kan tilby et sett med egne emner til alle program? Ved Institutt for fysikk ved NTNU har vi forsøkt å angripe dette gjennom å utvikle en studieprogramdesignmatrise som et styringsverktøy, som strukturerer studieprogram og -retninger opp mot kompetansemål beskrevet på rett detaljnivå, for å avdekke hva som kan gjøres felles, og hva som er unikt for de ulike programmene.

Nøkkelord:

Programdesign, Fysikk, Kompetansemål, studieprogram, ord5

1 Problemet

De senere årene har studieprogramdesign fått økt fokus. Det holder ikke for at en utdanning skal bli god, at de enkelte emnene studentene tar er gode, de må også henge sammen med hverandre. Du må ha vertikal integrasjon: Studentene må komme inn i et emne med de kompetansene de trenger fra tidligere emner, og studentene må komme ut av emnet med kompetanse de trenger til senere emner. Du må ha horisontal integrasjon: Emnene studentene har samtidig må spille på lag med hverandre, man må utnytte mulige synergier (kan man f.eks. bruke noe de jobber med i et matematikkemne eller programmeringsemne inn i fysikkemner de har samtidig?) og passe på at emnene ikke spenner ben på hverandre (f.eks. ved å ha tunge prosjekttinnleveringer samtidig).

Dette har vært en viktig tematikk både i prosjektet Fremtidens teknologistudier (FTS) ved NTNU (Øien (red.), 2022), i CDIO-nettverket (Crawley et al., 2014) men også i mye internasjonal utdanningsforskning generelt (se f.eks. Malmqvist et al., 2006).

I de senere årene har dessverre norsk høyere utdanning (i likhet med høyere utdanning i mange andre land) møtt stadig strammere økonomiske rammevilkår (Dixon, 2024). Dette gjør at man samtidig som man skal utvikle en emneportefølje som er bedre tilpasset det enkelte studieprogram (en studieprogrambasert utvikling av utdanningen), ikke kan øke, men kanskje heller må redusere emneporteføljen som følge av synkende bemanning. Dette gjør det nødvendig å gå inn i en problemstilling som er mindre utforsket i faglitteraturen: *Hvordan skaper man en emneportefølje som er godt tilpasset et studieprogram, når mange andre studieprogram også skal benytte seg av mange av emnene, og man har begrensede muligheter til å opprette nye emner?*

1.1 Studieprogramstrukturen i fysikk ved NTNU

Ved institutt for fysikk leverer vi grunnlagsemner til alle sivilingeniørs- og bacheloringeniørprogram. Denne artikkelen skal ikke handle om disse, men om tilbudet vi gir til studenter som skal spesialisere seg innen fysikk. NTNU ble stiftet i 1995 gjennom en fusjon mellom Norges tekniske høgskole (NTH) og den Allmennvitenskapelige høgskolen (AVH). Begge disse hadde egne fysikkinstitutter og studieprogram ved fusjonen. På NTH på Gløshaugen var det et sivilingeniørprogram i teknisk fysikk, mens det på AVH som den gang lå på Lade var et cand.mag./cand.scient.-program (Hemmer et al., 2010). Begge programmene har fortsatt etter fusjonen, men med endringer, slik at vi i dag har en integrert femårig master gjennom et felles sivilingeniørprogram i matematikk og fysikk (MTFYMA) som har studieretninger i hhv. Industriell matematikk, teknisk fysikk og biofysikk og medisinsk teknologi, og et parallelt bachelor/master-løp i fysikk (BFY/MSPHYS). Etter at instituttene ble slått sammen ble det derimot gjort en betydelig sanering av emner med samme tematiske innhold, slik at de to studieprogrammene over flere tiår i stor grad har tatt de samme fysikkemnene. I tillegg har NTNU en femårig integrert lektorutdanning i realfag (MLREAL) med en studieretning i matematikk og fysikk, hvor studentene også vil ta de samme fysikkemnene.

I tillegg til disse eksplisitte fysikkprogrammene er det også et par andre programmer som har interesser i deler av emneporteføljen i fysikk. Det gjelder det femårige integrerte sivilingeniørprogrammet i nanoteknologi (MTNANO), samt en pågående prosess om

grenseoppgang innen kvante- og komponentteknologi opp mot sivilingeniørprogrammet innen Elektronisk systemdesign og innovasjon (ELSYS).

Disse studieprogrammene har selv sagt egne separate kompetansemål som skal fylles, men også noe overlapp, og for å skaffe en oversikt over hva som kan være felles, og hva som må dekkes separat trengte vi å utvikle et oversiktsverktøy.

2 Utvikling av en studieprogramdesignmatrise

For å skaffe oss oversikt over de ulike kompetansemålene innså vi at vi måtte lage en tabell, hvor kompetansemål ble presentert i den venstre kolonnen, mens ulike studieprogram og – retninger legges i kolonnene som følger. Ideelt sett skulle vi hatt et verktøy som lar oss jobbe i mange dimensjoner, siden det definitivt er mange avhengigheter her, men av det som er enkelt tilgjengelig og som alle som skal jobbe med det er erfarne i å bruke, var et regneark den enkleste løsningen.

2.1 Mapping av kompetansemål

For en overordnet struktur på kompetansemålene valgte vi å benytte os av kompetansemålene K1-K12 fra FTS-prosjektet (Øien (red), 2020). Det første av disse målene er «K1: Vise fagkunnskap og faglig fundert perspektiv», de senere går mer på ferdigheter som ikke er like fagspesifikke f.eks. «K2: Analysere komplekse sammensatte faglige problemstillinger og systemer under usikkerhet», «K4: Benytte relevante (avanserte) metoder og verktøy», «K10: Arbeide systematisk og målrettet og samhandle godt i team, ta initiativ og vise lederskap» for å ta noen eksempler.

Det var viktig for oss å ikke starte med blank ark, men samtidig utvikle beskrivelser av emneinnhold og kompetanser emnet bidrar til som er på et dypt nok nivå til å kunne brukes til emne- og programutvikling. For fysikkområdet finnes det noen internasjonale standarder på bachelornivå som går dypere enn bare å beskrive hvilke områder innen fysikken (det vi har kalt «nivå 2», se fig. 1) studentene skal bli kjent med. Både European Physical Society (EPS) og Institute of Physics (IOP) har utviklet (svært like) beskrivelser (Ferdinande, 2009; IOP, 2011) på et mer detaljert nivå som er egnet til emneutvikling (det vi kaller «nivå 3»). På masternivået eksisterte det derimot ikke noe slikt. EPS har en oversikt over relevante områder på nivå 2, men ikke dypere (Ferdinande, 2010). For å få en dypere nivå 3-oversikt i bredden av områdene hvor vi tilbyr masterutdanning, utfordret vi derfor fagmiljøene¹ til å med utgangspunkt i dagens masteremner beskrive det viktige innholdet i dem i 3-5 punkter for å ha noe å ta utgangspunkt i for diskusjonene.

En siste utfordring var at mye av det som etter gjennomgangen av masteremnene kommer ut under «K1» (fagkunnskap), i likhet med det som kommer fra EPS og IOP på bachelornivå ikke kan beskrives som kompetanser. Det er tema innen fysikken. For at det skal bli kompetanser må vi beskrive hva studentene skal kunne bruke kunnskapen om disse områdene til. For å kunne beskrive dette valgte vi å benytte en litt forenklet variant

¹ Her ble mye av det praktiske arbeidet gjennomført av eller under ledelse av nestleder undervisning, Jon Andreas Støvneng.

av Blooms taksonomi (Repstad et al., 2021, p. 17), hvor man for hvert kompetansemål kan legge inn hvilket nivå (reprodusere, analysere og anvende, skape eller syntetisere) man mener studenten bør ha kompetanse på innenfor det bestemte området, også her kan studieprogram og – retninger/spesialiseringer svare ulikt.

For å få en dypere beskrivelse K2-12 er det mulig å hente inn mange underpunkter fra CDIOs «syllabus» (CDIO, 2022; Crawley, 2001) og omgruppere dem til å passe inn under FTS kompetansemål, men det befinner seg også en dypere beskrivelse i FTS' første delrapport (Øien (red), 2020).

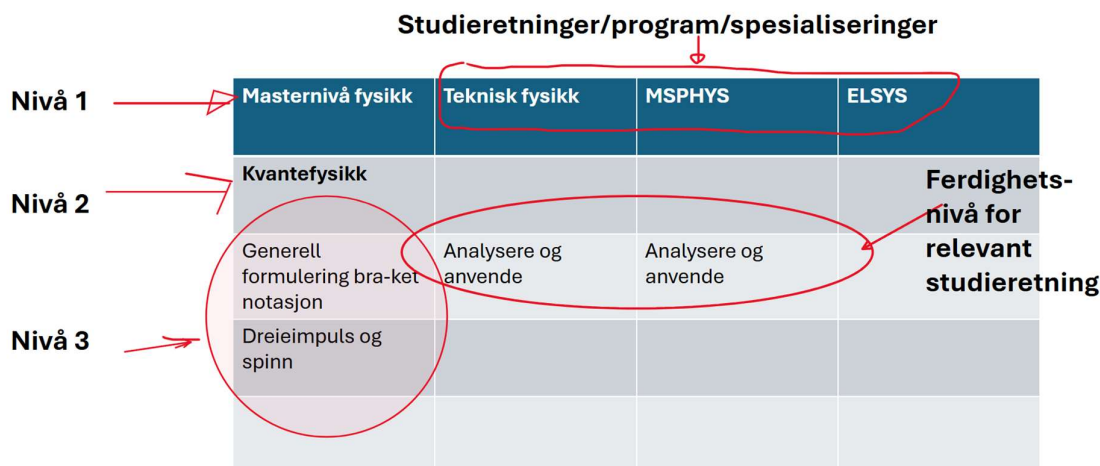
2.2 Strukturering av matrise

I struktureringen av studieprogramdesignmatrisen valgte vi å legge K1 med tilhørende beskrivelser av fagkompetanse i fysikkspesifikke tema på nivå 1, 2 og 3 i venstre kolonne, hvor de resterende K2-12 følger etterpå (se Fig. 1 og 2). For å fylle ut mer informasjon om K2-12, valgte vi å benytte oss av de mer utfyllende beskrivelsene fra FTS, heller enn alle underpunktene fra CDIOs syllabus, primært fordi mengden informasjon i regnearket var i ferd med å bli overveldende, og vi ønsker å presentere noe relativt oversiktlig for fagmiljøene.

I den øverste raden la vi inn navnene på ulike studieprogram, studieretninger og spesialiseringer, som har interesser i fysikkemnene våre (se Figur 1-2). Kolonnen under hvert studieprogram vil da bestå av ruter knyttet til et bestemt kompetansemål i den venstre kolonnen. Representanter for studieprogrammet kan da spesifisere hvilke kompetanser som er relevante eller viktige for dem, ved å markere det i den gjeldende ruten, og de kan registrere hvilket kompetansenivå studentene skal ha, gjennom å gjøre markeringen via en nedtrekksmeny som lar en velge mellom tre nivå basert på Blooms taksonomi.

I sum skal dette gjøre det mulig å koordinere behovene til en lang rekke ulike studieprogram, studieretninger og spesialiseringer i ett regneark. Det vil kunne avdekke hvilke studieprogram som har felles behov og hvor, og kunne lage fellesemner som i større grad tar utgangspunkt i studieprogrammenes behov, og man kan legge det som er separate behov inn i separate emner der man må, men ikke ellers, for å beholde en faglig bredde innenfor krympende økonomiske rammer.

Studieprogramdesignmatrise - struktur



Figur 1: Forenklet modell av oppbyggingen av studieprogrammatrisen, hentet fra en presentasjon gitt til seksjonslederne ved Institutt for Fysikk.

[illegible]

Figur 2 Utsnitt av faktisk studieprogramdesignmatrise. Den viser en matrise under arbeid, med noen spesialiseringer skissert i studieprogrammene (grønt), samt et lite utsnitt av kompetansemål under K1 på masternivå, sortert tematisk under ulike fysikkområder (gult).

3 Utfordringer/videre arbeid

Denne artikkelen beskriver et arbeide som fortsatt er under utvikling. Det er en utfordring å lage et arbeidsverktøy som både er detaljert nok til å fungere som arbeidsverktøy for en helhetlig programutvikling og emneutvikling på instituttnivå, men samtidig enkel nok til å få gode innspill fra fagmiljøene. En løsning kan være å la den hele og fulle matrisen (for)bli et ledelsesverktøy, mens man presenterer fagmiljøene for bare de delene av den som er relevante for dem der og da.

Ulike fagmiljø innen fysikk får dermed i oppdrag å kvalitetssikre og vurdere deler av matrisen som er spesielt relevante for dem. Her vil det være overlapp, så innspillene vil måtte koordineres av en ledergruppe i etterkant.

Det er også en utfordring å få de rette innspillene på rett nivå fra andre institutt med interesser inn i studieprogrammene, i et verktøy som kan framstå ukjent og uoversiktlig. Det er mulig at man i startfasen må påregne en del tid på å oversette innspill i andre formater inn til en slik matrise.

Det er også en utfordring at dette verktøyet ikke kommuniserer med andre/eksisterende digitale systemer for kvalitetsutvikling av emner og studieprogram (ved NTNU, f.eks. Emner på nett og Kasper). Dette vil medføre noen grad av dobbeltarbeid og dobbel bokføring.

Ideelt sett burde man utvikle et system som har som et minimum denne funksjonaliteten, og som kommuniserer med andre eksisterende plattformer, for å kunne videreutvikle arbeid med studieprogramdesign i tråd med eksisterende trender og forventninger.

Takk til

Alle ansatte ved Institutt for fysikk som har hatt tålmodighet med en instituttledelse som baler med krevende prosesser i stramme tider.

Referanser

- CDIO. (2022). *CDIO Syllabus 3.0*. Retrieved 12.02.2025 from <https://cdio.org/content/cdio-syllabus-30>
- Crawley, E. F. (2001). *The CDIO Syllabus A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education*.
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. R., & Edström, K. (2014). *Rethinking Engineering Education - The CDIO Approach*. Springer Cham. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-05561-9>
- Dixon, E. (2024, 24.06.2024). Norwegian universities brace for 'entirely new economic reality'. *Times Higher Education*. <https://www.timeshighereducation.com/news/norwegian-universities-brace-entirely-new-economic-reality>
- Ferdinande, H. (2009). *A European Specification for Physics Bachelor Studies*.
- Ferdinande, H. (2010). *A European Specification for Physics Master Studies*. https://cdn.ymaws.com/www.eps.org/resource/resmgr/policy/eps_specification_mphys.pdf
- Hemmer, P. C., Svare, I., Mork, K. J., & Johnsson, A. (2010). *Fysikk i Trondheim gjennom 100 år*. Inst. for fysikk. <https://doi.org/oai:nb.bibsys.no:991010536654702202>
- URN:NBN:no-nb_digibok_2013050705100
- IOP. (2011). *The Physics Degree Graduate Skills Base and the Core of Physics*. <https://www.iop.org/sites/default/files/2019-10/the-physics-degree.pdf>
- Malmqvist, J., Ostlund, S., & Edstrom, K. (2006). Using integrated programme descriptions to support a CDIO programme design process. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 5(2), 259.
- Repstad, K., Ruhaven, I., & Smith-Gahrsen, M. (2021). *Studentaktiv undervisning*. Fagbokforlaget. <https://doi.org/oai:nb.bibsys.no:999920138389502202>
- Øien (red), G. E. D. (2020). *Bærekraftig kompetanse Delrapport 1 Fremtidens teknologistudier*. NTNU.
- Øien (red.), G. E. D. (2022). *Teknologiutdanning 4.0: Anbefalinger for utvikling av NTNUs teknologistudier 2022–2030 Sluttrapport Fremtidens teknologistudier*. NTNU.

Presentation

Improving students' programming skills through Collaborative Scientific Python

Julien-Pooya Weihs^{1,2} og Daniel Oddmund Lid¹

¹ Geophysical Institute, University of Bergen, Norway

² Bjerknes Centre for Climate Research, Bergen, Norway

Abstract:

Scientific programming is an increasingly important part of the scientific curriculum and careers overall. However, students often struggle to see its uses and benefits, and where and how to begin learning it. At the same time, teachers face challenges in defining clear programming goals and creating new teaching materials that integrate the complexities of scientific programming.

To address these issues, a pilot course of five lectures over two weeks was created at the Geophysical Institute of the University of Bergen in Spring 2024. This course aimed to help students understand and practice the basics of scientific collaborative Python, focusing on common Python packages, standard scientific procedures, basic Git commands, and collaborative tools. Designed with methods supported by didactic literature, the course emphasized active participation and group work, using real-world geophysical data. Pre- and post-course data were collected via surveys from 12 of the attending students.

We here present the main structure of the course, and the resources developed for it. We also share the reported positive impact on students' motivation, self-efficacy, and sense of belonging. Additionally, we highlight the students' reflections on the integrated Python-Git framework at the centre of the course.

Keywords:

Programming education, Python, Git, Collaborative learning, Co-creation

1 Introduction

1.1 Context

1.1.1 *Programming teaching and learning*

Programming education poses challenges to both students and teaching staff. Discussions with students have revealed that they can lack experience with the programming routines required by their disciplinary courses, or lack the motivation to start learning programming, are not sure where to begin, and do not see the benefits of it overall. The too few assessments of programming tasks and sometimes absence of programming during the exams render the motivation to learn low. Lecturers in the natural sciences reported that they often use a programming language in their research that does not coincide with the programming language in their teaching, leading to a possible mismatch between research and instruction, and inducing teaching difficulties. In addition, programming is a complex topic to teach, with specific semantics, syntax and use cases, and programming goals are not always well defined in the curriculum. This results in teaching and learning programming in higher education to be one of the cruxes of a modern degree in natural sciences, despite programming being a skill of very high societal relevance and necessity in scientific careers.

A sustainable solution is hence needed, amongst others to introduce programming to the students in an incremental way, to help students with their related struggles, and to provide students with the associated professional skills (coding + data management).

1.1.2 *The Git-VSC framework*

Git (<https://git-scm.com>) is a cloud-based version control system that allows to track any history of changes to a file or project. Recording edits and updates, it also permits to revert a file or project to an earlier saved version of it. This makes it a transparent system for users and developers, showing throughout the development of a project which changes have been made to what by who, when and even why, as contributors can comment on each of their submitted changes. Every contributor to a project has a local copy of both the project and project history, and the changes to a group project are tracked between the local copies and the collaborative cloud-based version of the project.

A popular online platform for working on project development using Git is Github (<https://github.com>), and it allows multiple people to work simultaneously by tracking and organising their changes to all files of a same project. It is the most popular worldwide platform for developers (100 millions developers and over 386 millions repositories in 3/23), and is commonly used for open-source projects (40 millions publically available repositories in 3/23). In the geosciences, a search across public repositories gave 1700 hits for 'climate models', 1000 hits for 'oceanography' and 2600 hits for 'meteorology' on the Github platform in 3/23.

Visual Studio Code (<https://code.visualstudio.com>) is a free and open-source code editor/interpreter/compiler with a wide range of features developed and maintained by a large community. It has been the most popular coding environment for users (74% of

71000 respondents in 2022) and allows a full integration and synchronisation of projects with Github.

By introducing and using a combined Git-VSC environment to the students in our course, we provided them with a tool that is valued as a professional skill to master, that offers great collaborative possibilities, and supports integrating programming into any possible course. The use of Git also allows for full transparency on individual contributions in the workflow, and assures that shared documents are always up to date for everyone.

Research on using Git in programming (Zagalsky et al., 2015; Kertész, 2015; Feliciano et al., 2016; Glazunova, 2021) has shown that it improves collaboration, allows for effective version control, facilitates a platform for discussion between users, holds users accountable for their contributions, and allows students to develop technical skills at an industry-standard. However, it is also acknowledged that there is a steep learning curve for beginners unfamiliar with these environments, that the framework may not be suitable for grading assignments, and that some students may be uncomfortable sharing their work.

1.2 Meaningful learning

Weurlander et al. (2009) present a theory of learning built upon 5 main pillars: context, motivation, connections, wholeness, and collaboration. Figure 1 presents a graphical representation of these intertwining constructs.

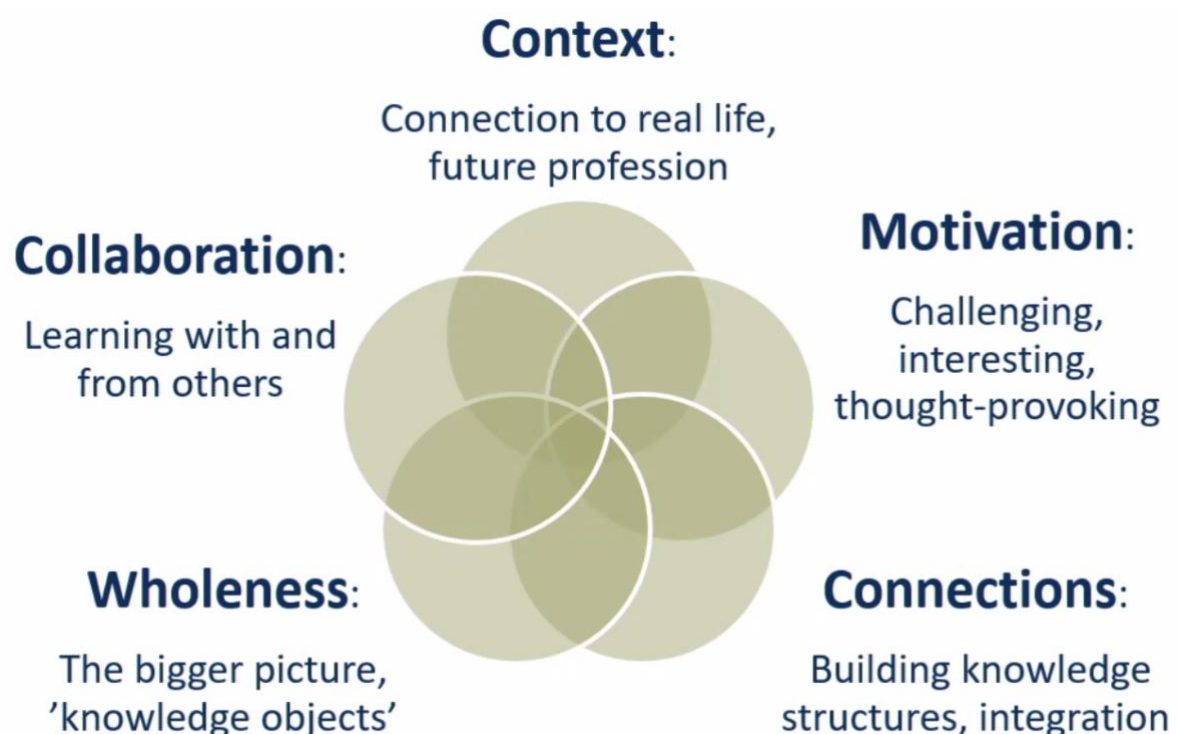


Figure 1: Representation of the 5 main constructs underlying the theory of meaningful learning.

We value this theory for its multifaceted structure that overlaps with the main constructs from other popular theories of learning: collaboration integrates the socio-constructivist view that learning is the negotiation of norms and knowledge amongst

peers, and can hence influence our sense of belonging to a group. Context and connections are closely tied with self-efficacy, when a learner realises the relevance and applicability of their knowledge and skills to their discipline. Motivation is commonly split into 2 main axes: extrinsic, relating to external drivers, and intrinsic, relating to genuine interest. We used this framework when developing our course, being mindful to address each of these 5 pillars in the learning outcomes for the students.

Particularly, we put emphasis on students *learning to learn* (Blaschke, 2012), where the final goal is not the content but their development as a learner: capable of finding new approaches and information, and applying these in an effective manner. This can include utilising online resources, actively communicating with peers, and developing creative skills within the workflow. The learners undergoing such a process would become self-determined, gaining abilities to be effective and seeking out knowledge.

We lastly followed recommendations on teaching from discipline-based educational research (Singer et al., 2012; Deslauriers et al., 2019), namely, to encourage students' active participation, to involve students in collaborative activities, and to supplement instruction with tutorials.

1.3 Research Question

Considering the challenges of programming education, and designing a research-informed course on collaborative scientific programming, this project was driven by the following research question:

What are the students' perception of the course on their programming learning?

2 Methods

2.1 The Collaborative Scientific Python Course

2.1.1 Course design

This first edition of our course was given as a pilot at the Geophysical Institute of the University of Bergen. The course was co-created by the authors, respectively a PhD student in geoscience education, and a master student in oceanography, taking advantage of two different disciplinary perspectives, with the following objectives:

1. allowing the students to reach a certain fluency in working on collaborative projects using Git: download files, *fork/branch* projects, submit *pull/merge* requests, *commit-push* tracked changes, *fetch-pull* new versions, and run and manage projects with peers and collaborators.

2. providing the students with an understanding and practice of basic scientific Python: discover and use *Pandas*, *Matplotlib*, *Numpy*, *Cartopy*, *Scipy*, be able to read-in, pre-process, analyse and visualise geophysical data, and groom and utilise these skills all along their studies and future careers.

To this end, the course featured activities using real-life data and focusing on scientific case-studies from meteorology and oceanography.

We iteratively designed a course-program that would focus on each element of the curriculum separately, before combining them in a group-project. We laid out a structure-skeleton, discussed what modules were essential, and in what order to best present them. By doing this weeks ahead of the course start, we had enough time to talk through each module, add activities, and revise the order and contents, if needed. During the course, and based on the progress of each day, we updated the content for the next day, either repeating previous elements that were deemed complex, or swapping modules to increase the coherence of the teaching flow. Every day, we would summarise the content of the previous day to help with the information retention.

The course was open to all students from all programs at the Geophysical Institute, and listed 15 attendees (course capped at 16 students, with 1 last-minute cancellation). The instruction was provided over 5 days during 2 weeks in the Spring 2024 semester, from 17:00 to 20:00, and offered free pizza and snacks to the students. No exam was used to assess the learning of this course, but the students prepared a final group presentation given to an invited climate expert from the Geophysical Institute.

2.1.2 Teaching structure

The curriculum was as follows:

Day 1 – Introduction (+ pre-course survey)

- theory and motivation behind meaningful learning & Git for programming.
- installation of Python, Visual Studio Code and Git infrastructure.

Day 2 – Scientific Python

- demonstration of use cases by invited researcher (in oceanography).
- practice and exercises.
- getting everyone past the minimal required programming level.

Days 3 & 4 – Git & Collaboration

- basic Git commands.
- scientific group project.
- collaborate in teams and between different teams.

Day 5 – Reflections (+ post-course survey)

- present and discuss results with a climate expert.

2.2 Student surveys

In order to capture the self-reported impact of the course on the students' learning, we created pre- and post-course surveys inspired by the works of Boljat et al. (2019) and Van Staveren (2022), and answerable on a 5-points Likert-scale. Both surveys had in common a set of 10 questions targeting intrinsic, extrinsic and general motivation, self-efficacy, and belonging, and the post-course survey had an additional set of 10 questions to reflect on the course directly. An open-ended final question allowed the students to provide additional thoughts and comments for improvements of future editions of the course. Participation to the surveys was done on a voluntary basis, and 12 of the total 15 students responded to both the pre- and post-course surveys.

3 Results and Discussion

3.1 Course resources

An important result of this project was the creation of various teaching and educational resources, amongst which:

- Course slides for 5 lecture days.
- Python exercises and possible solutions.
- Pre- and post-course survey instruments.
- Link to GitHub repository with all resources.

All these resources are available upon request to the corresponding author. We would be glad to inspire fellow teaching practitioners to use and build up on these resources, both to improve the teaching material, but also to collect more educational data through the surveys, and hence contribute to a larger body of research and instruction in programming education.

3.2 Students' responses

At the time of writing, the students survey data is being processed and analysed, and we here present only an excerpt of our preliminary results. Figure 2 displays the evolution of the pre- and post-course survey responses (first set of 10 questions).

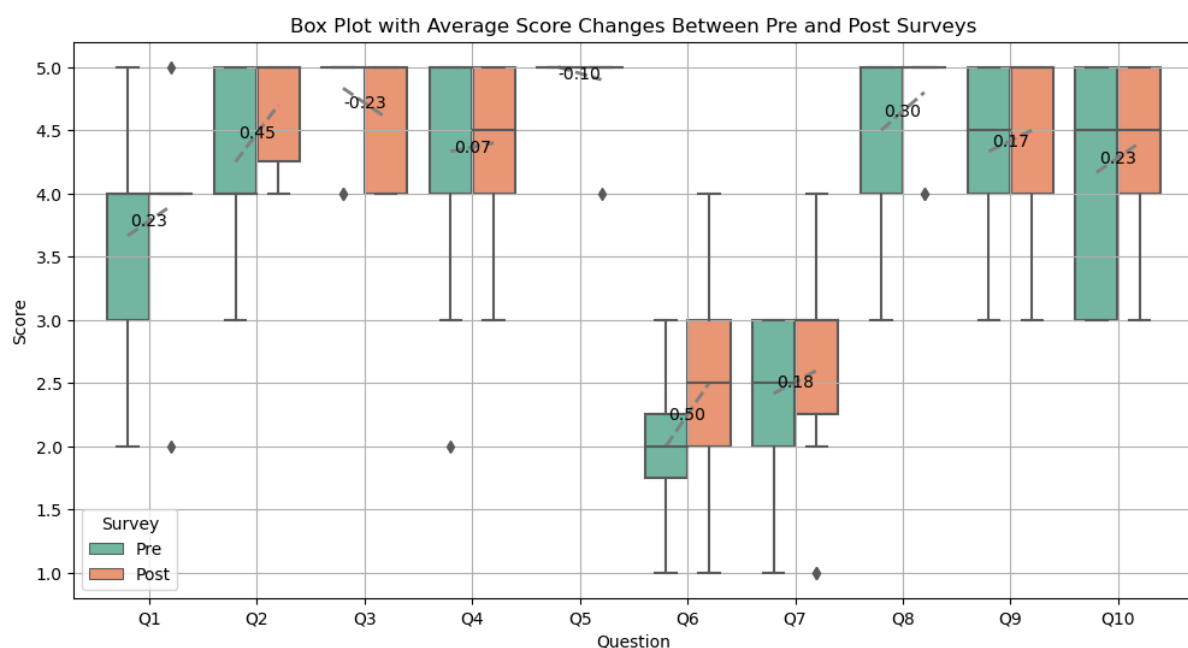


Figure 2: Boxplots of the evolution of scores from pre- to post-course surveys. The targeted constructs are intrinsic motivation (Q1 - Q2), general motivation (Q3), extrinsic motivation (Q4 - Q5), self-efficacy (Q6 - Q7 - Q8), and belonging (Q9 - Q10).

Despite the very limited dataset of 12 students, we observe the following trends: the intrinsic motivation (+0.34 points on average) has the largest increase. Theories of

learning often attribute one of the largest roles to this construct in a learner's drive and efficacy to learn.

General motivation (-0.23) and extrinsic motivation (-0.02) are the two only constructs not gaining in score after the course. A explanation could reside in a slight transfer from extrinsic ('we need to study to pass the exam') to intrinsic ('programming is an interesting skill and activity') motivation for the learners. Q5 in particular went from a score of 5.0 (pre) to 4.9 (post) and read 'I believe that programming skills will be beneficial for my future career.' Only 1 student answered '4' instead of '5' after the course, perhaps indicating a slight reconsideration of future professional prospects.

Self-efficacy (+0.33) and belonging (+0.20) show clear trends, which is very positive despite the short format of this pilot, and motivates repetitions of the course in at least similar length formats.

4 Conclusion

This pilot course on collaborative scientific programming was successful and resulted in great satisfaction for the students taking it, as well as for us leading it. There is large educational potential for repetition and expansion of this project in various departments of natural sciences.

Acknowledgements

This project has been run within the HKDir-funded *CoCreatingGFI* project (<https://cocreatinggfi.w.uib.no>) at the Geophysical Institute of the University of Bergen. The authors warmly thank all participating students for their great energy and enthusiasm throughout the course.

References

- Blaschke, L. M. (2012). Heutagogy and lifelong learning: A review of heutagogical practice and self-determined learning. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 13(1), 56-71.
- Boljat, I., Mladenović, M., & Jogun, N. M. (2019). Students' attitudes towards programming after the first year of implementing a new informatics curriculum in the elementary schools. In *ICERI2019 Proceedings* (pp. 9486-9495). IATED.
- Deslauriers, L., McCarty, L. S., Miller, K., Callaghan, K., & Kestin, G. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(39), 19251-19257.
- Feliciano, J., Storey, M. A., & Zagalsky, A. (2016, May). Student experiences using GitHub in software engineering courses: a case study. In *Proceedings of the 38th International Conference on Software Engineering Companion* (pp. 422-431).
- Glazunova, O. G., Parhomenko, O. V., Korolchuk, V. I., & Voloshyna, T. V. (2021, March). The effectiveness of GitHub cloud services for implementing a programming training project: students' point of view. In *Journal of physics: Conference series* (Vol. 1840, No. 1, p. 012030). IOP Publishing.
- Kertész, C. Z. (2015, October). Using GitHub in the classroom-a collaborative learning experience. In *2015 IEEE 21st International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME)* (pp. 381-386). IEEE.
- Singer, S. R., Nielsen, N. R., & Schweingruber, H. A. (2012). Discipline-based education research. *Washington, DC: The National Academies*.
- Van Staveren, M. (2022). Integrating python into a physical chemistry lab. *Journal of Chemical Education*, 99(7), 2604-2609.
- Weurlander, M., Masiello, I., Söderberg, M., & Wernerson, A. (2009). Meaningful learning: students' perceptions of a new form of case seminar in pathology. *Medical teacher*, 31(6), e248-e253.
- Zagalsky, A., Feliciano, J., Storey, M. A., Zhao, Y., & Wang, W. (2015, February). The emergence of github as a collaborative platform for education. In *Proceedings of the 18th ACM conference on computer supported cooperative work & social computing* (pp. 1906-1917).

Presentation

Investigation into Barriers and Enablers of Alternative Assessment in Higher Education STEM programmes

Sam Woodford¹, Viola Hélène Lobert¹

¹ Department of Mechanical, Electrical and Chemical Engineering, Oslo Metropolitan University, Norway

Abstract: While the benefits of alternative assessment seem clear when it comes to student learning, many educators still fail to move away from traditional examinations. This study explores the perceived barriers and enablers influencing the adoption of alternative assessments among course coordinators in STEM programmes at Oslo Metropolitan University. Using a qualitative survey adapted from O'Neill and Padden (2022), responses from 24 educators were analysed to identify key factors shaping assessment choices. Consistent with other studies, results indicated that major barriers included time constraints, limited financial and institutional support and concerns over fairness of assessment. Enablers included resources, institutional backing and access to example assessments from similar courses. Interestingly, while educators did not perceive their own competence as a barrier, the demand for more examples suggests an underlying lack of confidence in implementing alternative assessments. This study highlights a strong alignment between barriers and enablers, reinforcing the need for targeted institutional policies. To facilitate the transition, the authors recommend redistributing workload, increasing financial and human resources, and fostering knowledge-sharing initiatives. These findings contribute to a broader discussion on assessment practices, offering insights for institutions seeking to promote diverse and effective evaluation methods that align with contemporary educational objectives.

Key Words:

Assessment, Alternative Assessment, Barriers, Enablers, Higher Education, STEM

1 Introduction

Assessment is a fundamental component of higher education, shaping what and how students learn throughout their studies. In the rapidly evolving landscape of education, there is an increased recognition that assessment should align with the skills and competencies students require in a professional setting. The traditional model – typically characterised by closed-book, time-limited examinations – has been challenged for its limitations in evaluating complex problem-solving, creativity, communication, collaboration and other essential 21st-century skills (Binkley et al., 2012). Consequently, a shift towards more learning-focused and authentic assessment practices has gained momentum.

Authentic assessment refers to evaluation methods that mirror real-world applications, requiring students to apply their knowledge in meaningful and contextually relevant ways (Rodríguez-Gómez & Ibarra-Sáiz, 2015). Such assessment has been shown to foster deeper learning, improve motivation, and enhance the development of transferable skills (Kusurkar et al., 2023). Moreover, growing evidence suggests that alternative assessment strategies – including the assessment of practical work, oral presentations and reflective portfolios – contribute to increased student engagement (O'Neill & Padden, 2022) and can assess all aspects of competence such as collaborative work, analytical skills and communication (Iborra et al., 2014).

Despite these documented benefits, many educators remain hesitant to adopting alternative assessment approaches. Institutional constraints, resource limitations and concerns over fairness of assessment often deter course coordinators from moving away from traditional examinations (O'Neill & Padden, 2022). This study seeks to explore the barriers and enablers that shape educators' perceptions on alternative assessment in higher education STEM programmes. Through a qualitative survey conducted among STEM course coordinators at Oslo Metropolitan University (OsloMet), we examined the factors influencing assessment choices and highlight potential strategies to support a broader adoption of alternative assessment practices. By understanding these challenges and opportunities, this research aims to inform institutional policies and pedagogical approaches that can better align assessment methods with contemporary educational goals.

1.1 Definitions

For this paper, traditional assessment is defined as a closed-book, supervised, individual, timed examination, while alternative assessments include any other type of assessment. The authors acknowledge that this is not a universal definition as many would argue essays and reports are not non-traditional. However, **traditional** and **alternative** are used here as placeholders for closed-book examinations and everything else, respectively.

An enabler is any resource (time, leadership support, example assessments, etc) that facilitates alternative assessment, while a barrier is anything that makes its introduction less attractive. Barriers include a lack of above-mentioned resources but can also extend to socio-psychological factors such as lack of confidence by course coordinators in alternative methods, lack of confidence of the course coordinators to deliver and other

concerns. A course coordinator is an educator responsible for designing and implementing course assessments.

1.2 Goals

The goal of the investigation was to have a better understanding of the perceptions of course coordinators regarding alternative assessments, specifically, what their perceived barriers and enablers are. It is hoped that results from this study can be used to identify ways to encourage course coordinators to adopt alternative assessments.

2 Methodology

The survey was sent out electronically to all course coordinators (a total of 117) at the following STEM programmes at OsloMet: Mechanical Engineering, Electrical Engineering, Biotechnology and Applied Chemical Engineering, Construction Engineering, Energy and Environmental Engineering, Biomedical Laboratory Science. Alternative assessment was clearly defined at the beginning of the survey as ‘An alternative assessment method is any assessment method that is not a closed-book supervised examination (from now on referred to as a ‘traditional exam’)’.

The survey questions were largely adapted from the framework developed by O’Neill and Padden (2022), which investigated barriers and enablers to diverse assessment methods at University College Dublin. Our survey included additional questions regarding educators’ own experience with alternative assessments, both as students and instructors to provide deeper insight into how prior exposure influences attitudes toward implementation.

3 Results

3.1 Participant Make-up and General Experience with Assessment

24 course coordinators fully completed the survey (20.5%). Educators within several STEM disciplines responded to the survey, with electrical engineering course coordinators making 29.2% of the submissions, followed by mechanical engineering (16.7%), biotechnology and applied chemical engineering (16.7%), energy and environmental engineering (16.7%), construction engineering (12.5%) and biomedical laboratory science (8.3%). Importantly, most of the educators (54.2%) had more than 15 years of experience working in higher education and had been coordinators for more than 5 different courses (62.5%).

Educators were asked what sort of assessments they experienced as students. Every participant had taken at least one form alternative assessment during their time as students. Unsurprisingly, the majority (95.8%) had traditional examinations, but many also had oral examinations (70.8%), reports from practical work (66.7%), presentations (62.5%) and laboratory participation (45.8%). Several educators appreciated project-based assignments for their hands-on learning benefits, engagement, and real-world

applicability. Practical examinations were seen as a fair way to assess technical skills, though oral exams were perceived as stressful, especially for theoretical subjects.

Additionally, almost all educators had experience delivering an alternative assessment (92%), with a round third delivering 6 or more alternative assessments. It should be noted however that some were 'forced' to do alternative assessment due to the COVID-19 pandemic or due to inheriting a certain course. Of the alternative assessments introduced by the educators, oral exams (55%), presentations (55%) and reports (59%) were the most popular choices. They were used at 2nd year (68%) and 3rd year (64%) bachelor level prominently.

3.2 Opinions on Alternative Assessments

The strongest opinion on assessments related to concerns about cheating. Traditional exams were perceived as more secure with 79% of educators fearing that students could cheat on alternative assessments. Furthermore, cheating was mentioned several times in the free text responses. Other opinions that gathered large agreement was that alternative assessments increase student engagement and help develop soft-skills with 67% and 75% of educators agreeing or strongly agreeing with these statements respectively. Opinions on concerns about grade inflation and whether alternative assessments assessed students and learning outcomes more favourably were relatively neutral, with similar numbers of agreement and disagreement. Educators largely disagreed that alternative assessments were easier or cheaper to implement than traditional ones (46% and 42%).

3.3 Perceived Barriers

Course coordinators were asked to rank different potential barriers to introducing alternative assessment as no barrier/ some barrier/ significant barrier/ N/A. Consistent with other studies (O'Neill & Padden, 2022), lack of time (62.5%) and no financial or technological resources (50%) were the most reported 'significant barrier'. Lack of motivation also played a role, being ranked by 50% as having 'some barrier' and 21% as a 'significant barrier'. Interestingly, equity of the assessment to the previous assessment was ranked as 'some barrier' by 50% of the course coordinators and a 'significant barrier' by 9%, indicating concerns about fairness in assessment methods. Importantly, 46% of educators ranked the lack of examples from their own discipline as 'some barrier', and 17% as a 'significant' barrier. Lack of support from management (25% 'significant barrier', 25% 'some barrier') as well as limited support from colleagues (17% 'significant barrier', 33% 'some barrier') were also ranked as barriers. In contrast to other studies (O'Neill & Padden, 2022), fear of grade inflation was not a barrier that ranked high (Figure 1).

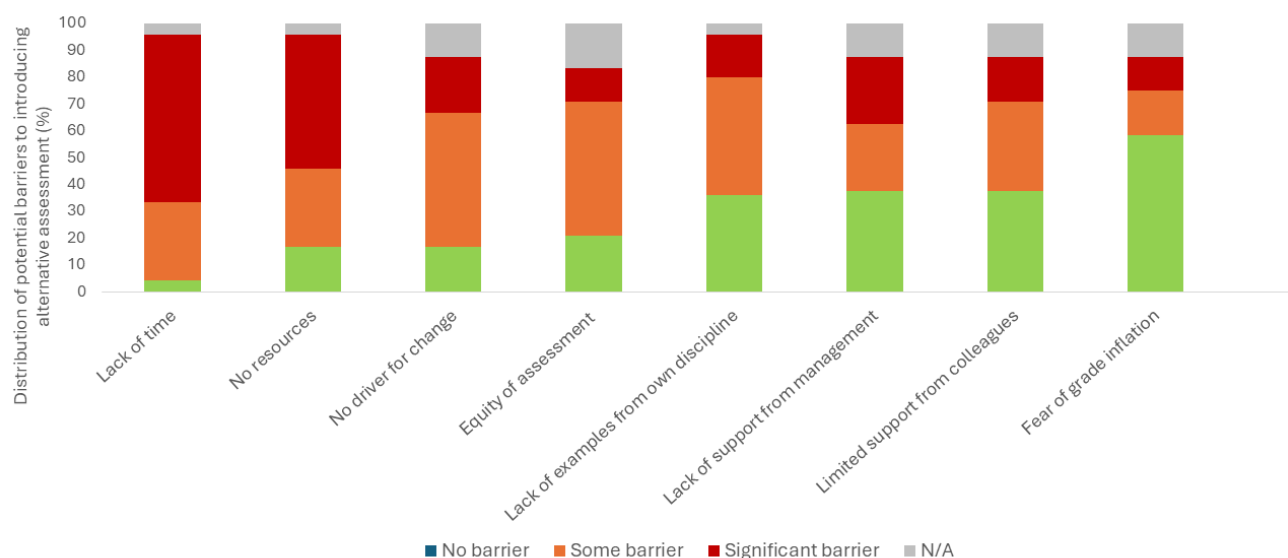


Figure 1. Barriers identified to impeding the implementation of alternative assessment

3.4 Enablers

Many course coordinators highlighted enablers, as shown in Table 1. Notably, the main barriers and enablers are closely aligned. Educators emphasised the need for more time to implement alternative assessments. Leadership support was mentioned both as an important barrier and the second most-mentioned enabler, with many educators calling for additional financial resources and allocated manpower, such as teaching and laboratory assistance. Another key enabler was access to example alternative assessments from similar courses, which educators viewed as essential for successful implementation.

Table 1. Key enablers in implementing alternative assessment

Enabler	Explanation
Time and resources	Need for allocated time and efficient systems
	Importance of staff and financial support
Management and institutional support	Strong support from management, faculty
	Suggestion of decentralisation of administrative support
Better knowledge and training on alternative assessment	Share some examples that have succeeded with alternative assessment
Ensuring fair and effective assessment	Studies on how effective alternative assessment is
Addressing scalability	A key concern is the challenge of large classes
	More resources and grading support were suggested

3.5 Perceived Benefits of Implementing Alternative Assessment

Alternative assessments were valued for their varied learning opportunities in developing soft skills (40%) and increasing student engagement (77%). Educators also perceived them as more authentic than traditional assessments (64%) and better at testing more diverse learning outcomes (59%). Traditional exams were perceived as a better use of resources with only 23% stating that alternative assessments were more efficient use of their time and students' time. Interestingly, educators did not perceive implementation of alternative assessments as supporting their own personal development (14%) or as an effective response to institutional drivers of change (4.5%) (Figure 2).

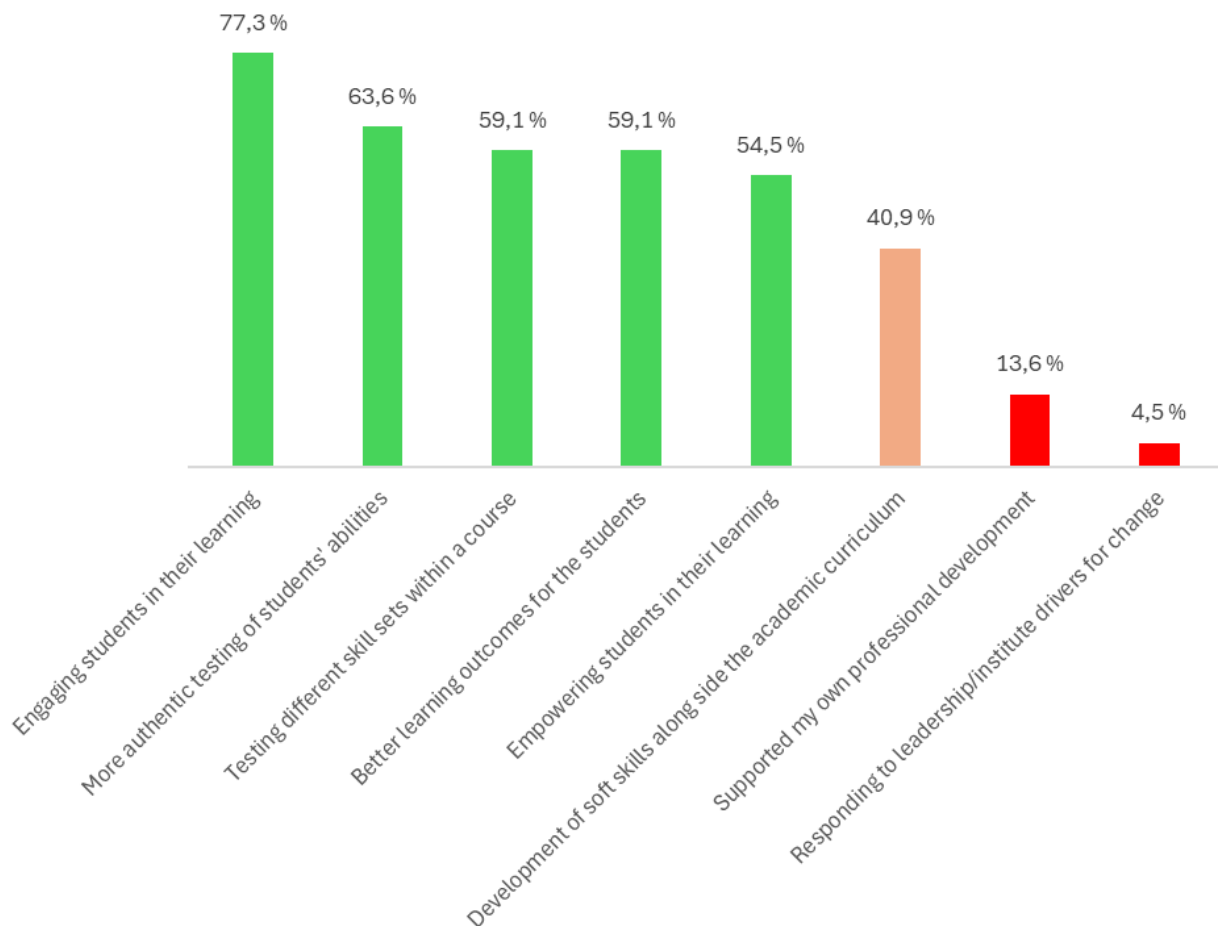


Figure 2. Educators' perceived benefits of their own alternative assessments.

3.6 Other Note-Worthy Responses

Many educators shared insightful responses through the free text option which did not directly answer a question, but are interesting, nonetheless. Here is a short summary of them:

- Alternative assessments often lack the anonymity of traditional assessments so therefore can be vulnerable to bias
- Alternative assessments can cause a different form of stress to students compared to traditional assessments
- Different assessments methods can be mixed to effectively cover their respective weaknesses. For example, group-based projects with individual oral examinations
- Those who have implemented alternative assessments generally were unsatisfied with them due to time constraints

4 Discussion

4.1 Criticism of Methodology and Results

During the investigation it was observed that the survey had systematic and human flaws. Free text responses revealed that some educators were unclear on definitions and boundaries of the survey, despite these being explained clearly at the beginning. One response simply states:

“I am not sure about what alternative exams means.”

This reduced confidence in the final results. However, given the remaining responses, it appears the survey and definitions were largely understood.

A systematic criticism of the survey is that the authors had a clear positive bias towards alternative assessments, which may have influenced the questioning by limiting concerns about alternative assessments. However, free text questions educators to express opinions, mitigating this slightly.

Many educators expressed concerns about cheating. This common fear suggests it should have been considered a barrier, but the survey was not constructed to fully capture these opinions.

The survey was also less anonymous than intended. Given the institute's size, responses could sometimes be linked to individuals based on age or programme experience. While the authors did not do this, the possibility may have affected responses.

A final criticism is that the survey used varied question formats: a 5-point Likert scale for opinions, a 3-point Likert for barriers and free text for enablers. This could make data comparison problematic, but as analysis focused on individuals rather than cross-question comparisons, this variation should not significantly impact results.

4.2 Analysis of Key Barriers and Enablers

The barriers could be sorted into two primary groups:

1. Resource constraints
2. Lack of Intuitional support

Resource-related barriers include time, manpower and financial constraints, while institutional barriers stem from a lack of support from colleagues, leadership and motivation for change. Similarly, enablers fall into these categories, with extra resources and institutional support being the most

significant. The alignment between barriers and enablers suggests a cohesive perspective among educators.

One key enabler that does not fit into either category is access to example alternative assessments from similar courses. Despite identifying this as a major enabler, educators overwhelmingly denied that their own competence or confidence was a barrier. This contradiction suggests an underlying lack of confidence in implementing alternative assessment. Regardless, educators clearly value example assessments as a crucial enabler.

4.3 Further Work

It is hoped that results from this study can be used to identify ways to encourage course coordinators to adopt alternative assessments. The goal was to identify the key enablers and barriers to adoption of alternative assessments. After completing the investigation, the authors recommend the following to institute leaders if they wish to encourage educators to adopt alternative assessments:

- Allocate work hours in an employee's workplan if they wish to develop an alternative assessment
- Support implementation with financial resources for new digital and/or physical work tools
- Support implementation with allocation of teaching and laboratory assistants
- Create a system for colleagues to pool and share alternative assessments and experiences

References

- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining Twenty-First Century Skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp. 17-66). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2
- Iborra, M., Ramírez, E., Tejero, J., Bringué, R., Fité, C., & Cunill, F. (2014). Revamping of teaching–learning methodologies in laboratory subjects of the Chemical Engineering undergraduate degree of the University of Barcelona for their adjustment to the Bologna process. *Education for Chemical Engineers*, 9(3), e43-e49. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ece.2014.04.002>
- Kusurkar, R. A., Orsini, C., Somra, S., Artino, A. R., Jr., Daelmans, H. E. M., Schoonmade, L. J., & van der Vleuten, C. (2023). The Effect of Assessments on Student Motivation for Learning and Its Outcomes in Health Professions Education: A Review and Realist Synthesis. *Academic Medicine*, 98(9). https://journals.lww.com/academicmedicine/fulltext/2023/09000/the_effect_of_assessments_on_student_motivation.30.aspx
- O'Neill, G., & Padden, L. (2022). Diversifying assessment methods: Barriers, benefits and enablers. *Innovations in education and teaching international*, 59(4), 398-409. <https://doi.org/10.1080/14703297.2021.1880462>
- Rodríguez-Gómez, G., & Ibarra-Sáiz, M. S. (2015). Assessment as Learning and Empowerment: Towards Sustainable Learning in Higher Education. In M. Peris-Ortiz & J. M. Merigó Lindahl (Eds.), *Sustainable Learning in Higher Education: Developing Competencies for the Global Marketplace* (pp. 1-20). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10804-9_1



Alternative Assessments in Higher Education

Alternative Assessment in Higher Education

What is the purpose of this survey?

We would like to investigate the use of alternative assessments in higher education, specially within STEM programmes and courses. Specifically, we are interested to hear about attempts educators have made to introduce alternative assessments and for educators who have not introduced any, what their perceived barriers and enablers would be.

For the purpose of this survey we have defined "alternative assessment" as:

An alternative assessment method is any assessment method that is not a closed-book supervised examination (from now on referred to as a 'traditional exam'). It does not matter if the alternative assessment contributes 10% or 100% of the final grade. Assessments which are graded as pass/fail or mandatory assignments in order to qualify for an examination are not to be considered when answering the below questions.

The target audience for this survey are course responsables. Participants of the survey will be anonymous. Broad fields of study and discipline will be identifiable. The survey will take approximately 10-15 minutes to complete. Participation in this survey is voluntary and you can choose not to take part. Deadline for responses is **Friday 7th February 2025**.

If you have any questions please contact samwood@oslomet.no or violalob@oslomet.no.

Thank you for your time!

General Information

Please select your (primary) programme

- Mechanical Engineering
- Electrical Engineering
- Biotechnology and Applied Chemical Engineering
- Construction Engineering
- Energy and Environmental Engineering
- Biomedical Laboratory Science
- Other

What age group do you belong to?

- 25-35 years
- 35-45 years
- 45-55 years
- 55-65 years
- 66 or older

How long have you been working in Higher Education?

- Less than 1year
- 1-5 years
- 6-10 years



11-15 years

Longer than 15 years

How many different courses have you been the course responsible for?

0

1-2

3-4

5-6

7-8

8+

What type of assessments did you experience at university?

Select all that apply

Closed book school exam

Oral exam

Presentation

Laboratory Participation

Model building

Simulation assignment

Demonstration

Reports (from practical work)

Reports (other)

Other (please mention)

If you chose 'Other' in the above question, please describe your alternative assessment.

What are your memories of the alternative assessments you did as a student?

Think in terms of engagement, learning outcomes, time spent, soft skills and stress.

State how much you agree with the following statements regarding alternative assessments

Alternative assessments are usually easier than traditional exams

Strongly disagree

Disagree

Neutral

Agree

Strongly agree

N/A

Alternative assessments are better at assessing the whole curriculum compared to traditional exams

Strongly disagree

Disagree

Neutral



Agree
Strongly agree
N/A

Alternative assessments will lead to grade inflation

Strongly disagree
Disagree
Neutral
Agree
Strongly agree
N/A

It is harder for some students to cheat on traditional exams

Strongly disagree
Disagree
Neutral
Agree
Strongly agree
N/A

Traditional exams give a better reflection of individual students' abilities

Strongly disagree
Disagree
Neutral
Agree
Strongly agree
N/A

Alternative assessments are easier to implement

Strongly disagree
Disagree
Neutral
Agree
Strongly agree
N/A

Alternative assessments are cheaper for the institute

Strongly disagree
Disagree
Neutral
Agree
Strongly agree
N/A

The institute is more concerned with passing rates than assessment quality



Strongly disagree

Disagree

Neutral

Agree

Strongly agree

N/A

Alternative assessments increase student engagement

Strongly disagree

Disagree

Neutral

Agree

Strongly agree

N/A

There is not enough evidence to show that alternative assessments are better than traditional assessments

Strongly disagree

Disagree

Neutral

Agree

Strongly agree

N/A

Alternative assessments are just a 'fad'

Strongly disagree

Disagree

Neutral

Agree

Strongly agree

N/A

Alternative assessments help develop soft skills

Strongly disagree

Disagree

Neutral

Agree

Strongly agree

N/A

Barriers to introducing alternative assessments.

Rate these potential barriers to introducing alternative assessment.

No driver for change



No barrier
 Some barrier
 Significant barrier
 N/A

My confidence to try it

No barrier
 Some barrier
 Significant barrier
 N/A

My competence (i.e. my knowledge and/or skills to introduce it)

No barrier
 Some barrier
 Significant barrier
 N/A

Risk to my reputation if it doesn't go well

No barrier
 Some barrier
 Significant barrier
 N/A

Students' resistance to change

No barrier
 Some barrier
 Significant barrier
 N/A

Fear of students failing

No barrier
 Some barrier
 Significant barrier
 N/A

Fear of grade inflation

No barrier
 Some barrier
 Significant barrier
 N/A

Equity of the assessment to the previous or other assessment

No barrier
 Some barrier
 Significant barrier



N/A

Lack of recognition or reward for me to do it

No barrier

Some barrier

Significant barrier

N/A

Limited support from peers/colleagues

No barrier

Some barrier

Significant barrier

N/A

Lack of support from management

No barrier

Some barrier

Significant barrier

N/A

Lack of time

No barrier

Some barrier

Significant barrier

N/A

No resources to support the change, i. e. financial or technological

No barrier

Some barrier

Significant barrier

N/A

Lack of examples from my discipline

No barrier

Some barrier

Significant barrier

N/A

Risk to School/ or programme reputation

No barrier

Some barrier

Significant barrier

N/A

Professional or other external barriers to change.

No barrier



Some barrier

Significant barrier

N/A

What would be one key enabler to implementing alternative assessments?

My example/implementations of alternative assessments

This section give you a chance to share your direct experience with alternative assessments. If you have not attempted any alternative assessments, then you may skip the following open text questions.

I have implemented an alternative assessment

Select all that are relevant

once, on my own initiative

2-3 times

4-6 times

6 or more times

once or more, but it was not my choice (for example due to pandemic, inheriting a course from someone else etc)

Never

If you implemented an alternative assessment that wasn't your choice, what was the reason(s)?

For example, you can write 'pandemic'

What type of alternative assessment did you implement?

Oral exam

Presentation

Report (from a practical activity)

Report (other)

Model building

Other (please state below)

If you chose 'Other' in the above question, please describe your alternative assessment

What level was your assessment used at?

1st year bachelor

2nd year bachelor

3rd year bachelor

1st year master's

2nd year master's

other

What were the perceived benefits of the alternative assessments?

Select all that apply

Accommodating the learning of diverse students in my class



Testing different skill sets within a course
 Engaging students in their learning
 Empowering students in their learning
 Supported my own professional development
 Opportunity to try something new
 Responding to leadership/institute drivers for change
 More efficient use of my time
 More efficient use of students' time
 Better learning outcomes for the students
 More authentic testing of students' abilities
 Improved classroom environment
 Development of soft skills along side the academic curriculum
 Other (please state below)

If you chose 'Other' in the above question then please describe

To what degree were these alternative assessments discussed with the program team?

To what degree were these alternative assessments discussed with the institute leadership?

and/or department leader or head of studies

Please rate your alternative assessment in the follow catorgeries

The assessment was very different from current or previous assignments the students had seen.

Strongly disagree
 Disagree
 Neutral
 Agree
 Strongly agree
 N/A

The assessment needed lots of time to implement compared to traditional assessment

Strongly disagree
 Disagree
 Neutral
 Agree
 Strongly agree
 N/A

The assessment needed lots of resources to implement compared to traditional assessments

Strongly disagree
 Disagree
 Neutral



Agree
Strongly agree
N/A

More outcomes were assessed using alternative assessment

Strongly disagree
Disagree
Neutral
Agree
Strongly agree
N/A

Student learning outcomes were improved

Strongly disagree
Disagree
Neutral
Agree
Strongly agree
N/A

Students seemed more motivated by the alternative assessment

Strongly disagree
Disagree
Neutral
Agree
Strongly agree
N/A

I was supported by leadership to introduce the alternative assessment

Strongly disagree
Disagree
Neutral
Agree
Strongly agree
N/A

I was supported by administration to implement the assessment

Strongly disagree
Disagree
Neutral
Agree
Strongly agree
N/A



Please elaborate on why you think your alternative assessment was successful or not

How sustainable were the alternative assessments you implemented?

The implementation can be sustained over time, i.e. in subsequent years

Strong disagree

Disagree

Neutral

Agree

Strong agree

N/A

The implementation can be applied by others teaching the same course

Strong disagree

Disagree

Neutral

Agree

Strong agree

N/A

A similar course could use this type of assessment successfully

Strong disagree

Disagree

Neutral

Agree

Strong agree

N/A

How helpful would example assessments from your discipline in supporting your decision to change assessments be?

For example, a lab exercise given in a similar course at a different university

Extremely useful

Very useful

Neutral

Not so useful

No use at all

N/A

Depends (please comment below)

If you chose 'Depends' in the above question, then please describe.

How do you feel you could be better supported to change to alternative assessments?

Are there any other comments or feedback you would like to make about alternative



assessments?

This is the end of the survey.

Thank you for taking the time to complete it.

If you would be willing to discuss or share more information on alternative assessments, then please contact us.

samwood@oslomet.no or violalob@oslomet.no.



I Workshops

Workshop

A Generic Student Peer Assessment Concept

Roy Andersson¹ and Anna Axelsson²

¹Centre for Engineering Education, Lund University, Sweden

²Department of Computer Science, Lund University, Sweden

Abstract: This session offers the participants a concrete experience in how they in a controlled way can perform peer review of written exam moments. The goal is that all participants will receive a fully working peer review concept that they will be able to use in their own teaching, both for small and large student groups.

Session outline:

1. We start with a short introductory discussion around experiences and results.
 2. The participants actively do a full peer review example.
 3. We collect the participants' experiences and end the session with a concluding discussion on these experiences and what the literature says about peer review.
-

Keyword:

Peer assessment, learning, feedback

1 Introduction

Student peer assessment is a process whereby students assess (i.e. grade) each other's work based on a teacher's criteria. The practice is an accepted way to increase the feedback to the students without resulting in a disproportionate teacher workload. It is also employed to make the students take a larger responsibility of their learning process and to make the assessment process more transparent (Bloxham and West 2004, Dochy et al 1999, Orsmond et al 1996, Smith et al 2002). As a bonus, the practice can provide immediate feedback which benefits i.e. Gibbs and Simpson (2003) describes: *"Imperfect feedback from a fellow student provided almost immediately may have much more impact than more perfect feedback from a tutor four weeks later."*

2 Session outline

The intended audience is any teaching personnel, and our goal is that all participants will receive a fully working student peer review concept that they will be able to use in their own teaching. The session will be very interactive where the participants i.e. will go through a full peer assessment circle. It will be a combined format of discussion, tutorial and workshop!

The general structure will be as follows:

1. A short introductory presentation on what the literature says about peer assessment between students and on our own experiences and results.
2. The participants actively perform a full peer assessment example (first individually, then in pairs).
3. The participants' experiences are collected and discussed in relation to what the literature says about peer assessment.

3 Our model of student peer assessment

3.1 Background

A serious problem in many courses is that some students do not work with the course material continuously during the course. Instead, they try to compensate and do all the reading the last week before the final exam. This approach seldom works...

Another problem with not working with the course material continuously is that the course is perceived as harder and harder since the students haven't gained enough knowledge to accomplish tasks on new material (i.e. labs and assignments). These students are simply out of phase with the intended course tempo and don't reflect on the material learnt so far. They simply see the new assignment as an isolated problem and are just interested in passing the assignment instead of the intended idea of using previous knowledge to build on.

To overcome these problems, we have used (among other things) student peer assessed milestone tests (small written quarter term exams) after each course section. Our aim is to get the student to work with the course material continuously from the very

start. It will also let them work and reflect thoroughly on each topic before moving on to next topic. On top of this it also provides the teachers with a formative assessment of what the students really know and makes it possible for the teachers to adapt and adjust the course.

3.2 Reliability

There are many studies where student peer assessment has been used as a tool to assess performance or to grade. These studies have done a comparison between the students' assessments and the teachers' assessment of the same tasks. Most of the studies (including our own studies) show a high correlation between the students' and the teachers' points/grades (Bloxham and West 2004, Orsmond et al 2002, Stefani 1994), but there are exceptions as well (Kwan and Leung 1996, Orsmond et al 1996).

Dochy et al (1999) concludes that student peer assessment should not be used for grading unless combined with self-assessment or co-assessment. The latter may include that the peer assessment only is a part of the final grade or that the teacher may overrule the peer assessment grade.

3.3 The four parts

Our model consists of four distinguished parts according to the following subsections (3.3.1–4) (Axelsson 2005, Kihl et al 2007).

3.3.1 Part 1: *The writing part*

In this part the students take (write) an individual test. It is important this part is individual to really force the students to confront their own knowledge.

3.3.2 Part 2: *The assessment part*

In this part the students correct and grade each other's tests in pairs with the help of a correction template provided by the teachers. Each pair grades two other tests. This is the main learning activity in the whole process since they do it in pairs and discuss how to interpret the template and how to grade the test. But also because they reflect over their own test in relation to both the template and to the tests they are grading.

3.3.3 Part 3: *The feedback part*

In this part the students get to see their own graded test. Each student is given the opportunity to check their grading and if a student disagrees with the graders, he or she can ask the teachers to look at the grading. This is an important from a fairness point of view.

3.3.4 Part 4: The post work part

This part is not always necessary but is normally a good thing to include from a reliability perspective. It can include re-grading for those who wants it (see part 3) or a teacher control of a predetermined portion of the tests (i.e. 10%). Just by stating to the students there will be a random control on their grading has improved the grading quality. It is also an opportunity for the teacher to get feedback on the students' progression.

3.4 Discussion

We have a very positive experience of using student peer assessment and they are often mentioned in positive words in student evaluations.

To assign the correction and grading of our milestone tests to the students works very well. Though, it is important to clarify that the milestone tests are mainly learning activities and not exam activities. The peer assessment part is a key part in this and that it can be used to provide bonus points towards the final grade is mainly a positive side effect.

The peer assessment part works as a formative assessment and gives feedback to both all individual students and to the teachers on an early stage of the course. The student gets aware of her knowledge level in time to react and the teacher gets the possibility to adapt the teaching and address difficulties and misconceptions.

Since the students during the peer assessment process get the opportunity to see different solutions of the same problem, the students get trained in analyzing and evaluating solutions. The students also get acquainted with the grading criteria for the course. In other similar experiment where student peer assessment have been used the quality of the students' performance have increased (Dochy et al 1999, Rust et al 2003).

References

- Axelsson, A. 2005. Kan man lita på kamratgranskning? [Can you trust peer assessment?]. In *Proceedings of 3:e Pedagogiska inspirationskonferensen* (Lund, Sweden, May 31, 2005). Lund University, Faculty of Engineering, 57-59.
- Bloxham, S. and West, A. 2004. Understanding the rules of the game: marking peer assessment as a medium for developing students' conceptions of assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*. 29, 6 (2004), 721-733.
- Dochy, F., Segers, M., and Sluijsmans, D. 1999. The use of self-, peer and co-assessment: a review, *Studies in Higher Education*. 24, 3 (1999), 331-351.
- Gibbs, G. and Simpson, C. 2003. Does your assessment support your students' learning?. *Journal of Teaching and Learning in Higher Education*. 1, 1 (2003).
- Kihl, M., Andersson, R., and Axelsson, A. 2007. Kamratgranskning i stora klasser [Peer assessment in large classes]. In *Proceedings of Utvecklingskonferens LU* (Lund, Sweden, September 27, 2007). Lund University, 83-90.
- Kwan, K. and Leung, R. 1996. Tutor versus peer group assessment of student performance in a simulation training exercise. *Assessment & Evaluation in Higher Education*. 21, 3 (1996), 205-214.

- Orsmond, P., Merry, S., and Reiling, K. 1996. The importance of marking criteria in the use of peer assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*. 21, 3 (1996), 239-251.
- Orsmond, P., Merry, S., and Reiling, K. 2002. The use of exemplars and formative feedback when using student derived marking criteria in peer and self-assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*. 27, 4 (2002), 309-323.
- Rust, C., Price, M., and O'Donovan, B. 2003. Improving students' learning by developing their understanding of assessment criteria and process, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 28, 2 (2003), 147-164.
- Smith, H., Cooper A., and Lancaster, L. 2002. Improving the quality of undergraduate peer assessment: A case for student and staff development. *Innovations in Education and Teaching International*. 39, 1 (2002), 71-81.
- Stefani, L. A. J. 1994. Peer, self and tutor assessment relative reliabilities. *Studies in Higher Education*. 19, 1 (1994), 69-75.

Workshop

From Practice to Publication: Writing for the Nordic Journal of STEM Education

Sehoya Cotner & Oddfrid Førland

¹ STEM Education Research Center, University of Bergen, Norway

Sammendrag: The Nordic Journal of STEM Education (NJSTEME) is a recently transformed, free, non-commercial and open-access venue for disseminating educational research and development in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) higher education. NJSTEME is designed to be an entry point for publication for those new to either the scholarship of teaching and learning (SoTL) or discipline-based education research (DBER). We also welcome experienced researchers and authors. As part of our transformation, we aim to work with potential authors to help them envision their work as an NJSTEME publication in one of three formats: research article, teaching tool, or perspectives piece. In this workshop, we invite participants to bring their conference abstracts (or similar “starting point” for discussion); alternatively, we will have examples participants can use. We will then introduce the journal and its aims, and, using our new rubrics as our framing, focus on the steps necessary to transform abstracts into journal contributions. Small-group discussion will dominate our time, with introduction and wrap-up in plenum. Several materials will be provided to participants, along with suggestions from journal management, recent authors, and reviewers. We hope this discussion will be productive for those interested in publishing their STEM-education work—in NJSTEME or elsewhere.

Nøkkelord:

Nordic Journal of STEM Education, scientific publishing

1 Why this workshop?

Despite accumulating evidence in favor of student-centered active learning, along with other reformations in teaching and learning (e.g., work-integrated learning, course-based research experiences, etc.), most STEM (science, technology, engineering, and math) higher education instructors continue to teach using outdated, ineffective methods (Stains et al., 2018). Suggested reasons for this are varied, and include a lack of accessible (to practitioners) information about what is effective in specific contexts, and a culture that doesn't view teaching as a scientific endeavor (Wissman and Leontyev 2024, Indorf et al., 2021, Lane et al., 2019). Many venues for publishing STEM-education findings are published in education-science journals, and are not necessarily read by the STEM practitioners whose teaching could most benefit. The fields of Discipline-Based Education Research (DBER; LeRoux et al., 2021, Henderson et al., 2017) and the Scholarship of Teaching and Learning (SoTL; Shulman 2001) both aim to address these discrepancies, by engaging practitioners in research, reflective practice and subsequent dissemination.

Discipline-based education research is an interdisciplinary approach that merges the expertise of STEM educators with psychological and educational research. DBER uses scientific methods to understand how students learn in the STEM disciplines, the challenges they face, and effective teaching strategies. The goal is to develop evidence-based practices that improve teaching and learning in STEM disciplines. The DBER approach ensures that research findings are not only translated into local action but also shared with an international audience of STEM educators and practitioners (Henderson et al., 2017). While DBER is well-established in the United States, this approach is relatively new in Europe (Kortemeyer 2020). SoTL, however, is better established in Europe.

Like DBER, the Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) is an evolving multidisciplinary field focused on improving teaching practices and student learning outcomes in higher education (Fanghanel et al., 2016, Shulman 2001). SoTL research also encompasses various topics, including assessment, accountability, student motivation, and learning theories. While there is considerable overlap between these approaches, SoTL historically has emphasized reflective teaching practices (in which the scholarship may center on one's own teaching), and DBER has focused on taking an interdisciplinary, scientific approach to teaching and learning. Compared with DBER, SoTL is broader and less grounded in a specific discipline.

In this workshop, we specifically focus on communicating our DBER or SoTL findings to our communities of educators in STEM higher education. Working from the vantage point of one journal, we will lead an interactive discussion on how participants can envision their conference abstracts as journal contributions.

1.1 What is NJSTEME?

The Nordic Journal of STEM Education (NJSTEME) is a recently transformed, free, non-commercial and open access venue for disseminating educational research and development in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) higher education. NJSTEME invites contributions that address pedagogical, educational, and

academic developments or studies. Nordic perspectives are our main focus; however, articles with a wider scope can be considered if the authors have positioned them to be relevant to issues in Nordic STEM higher education. NJSTEME invites contributions classified as both the Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) and Discipline-Based Education Research (DBER).

2 The workshop

As part of the Journal's recent transformation, with a new home, new Editorial Board, new workflows and new review rubrics, we have created a workshop to engage potential authors (for this or any similar journal) in reviewing their own work in light of specific journal criteria:

1. An evidence-based, theoretically grounded rationale for the work described
2. A clear research question or testable hypothesis
3. Sound methodology that can be replicated based on the information provided
4. Data that align with the stated question or hypothesis
5. Conclusions and critical reflections that are justified based on the data presented
6. Findings that advance our understanding of teaching and learning in STEM higher education

Participants will bring their own conference abstracts, or we will provide them with an example, to work with during our discussions. Specifically, we will introduce the journal and review criteria, and lead participants in a paired activity in which they view abstracts in light of our review rubrics. We will emphasize addressing the overarching question: "what would it take to get this abstract ready for submission to a peer-reviewed journal?" After the workshop the participants will be able to

- *Use a rubric to analyze their own and their peers' works in progress, in relation to broad ideas of scholarly work suitable for the journal, and the aims and scope of the journal*
- *Create a plan for further independent work on their own manuscript that addresses both the process and the anticipated product*

Several materials will be provided to workshop participants, along with suggestions from journal management, recent authors, and reviewers. We hope this discussion will be productive for those interested in publishing their STEM-education work—whether in NJSTEME or elsewhere. An example worksheet is provided below.

The workshop timeline is as follows:

Time	Activity Description	Objective
00:00 - 00:10	Introduction and Workshop objectives	Participants understand the workshop purpose and objectives.
00:10- 00:30	First breakout: reading short examples and giving guided feedback, in pairs	Familiarize participants with extended abstracts (either their NJSTEME abstracts or examples provided by the workshop leaders) prior to discussing "What would it take to turn this into a NJSTEME submission?"
00:30 - 00:40	Introduce the NJSTEME rubrics	Introduce discussion of "What would it take to turn this into a NJSTEME submission?"

00:40 – 1:30	Second breakout: complete worksheet and discuss in pairs, with break	Identify concrete steps to be taken to transform conference submissions into NJSTEME submissions
01:30 - 02:00	Conclusion, share materials online, and open for follow-up questions	Provide links to online supplementary materials, rubrics for different article types, and other journals in the STEM Education Research sphere. Include short testimonials from recent authors, reviewers, and the editorial team.

Takk til

UHR-MNT, for financial support.

Referanser

- Fanghanel, J., Pritchard, J., Potter, J., & Wisker, G. (2016). Defining and supporting the Scholarship of Teaching and Learning (SoTL): A sector-wide study. *Literature review. York: HE Academy*.
- Henderson, C., Connolly, M., Dolan, E. L., Finkelstein, N., Franklin, S., Malcom, S., ... & St. John, K. (2017). Towards the STEM DBER alliance: Why we need a discipline-based, STEM-education research community. *Journal of Geoscience Education*, 65(3), 215-218.
- Indorf, J. L., Benabentos, R., Daubenmire, P., Murasko, D., Hazari, Z., Potvin, G., ... & Stanford, J. S. (2021). Distinct factors predict use of active learning techniques by pre-tenure and tenured STEM faculty. *Journal of Geoscience Education*, 69(4), 357-372.
- Kortemeyer, G. (2020). Physics Education Research: a replicable model for Discipline-Based Educational Research at European universities?. *ETH Learning and Teaching Journal*, 2(1), 137-146.
- Lane, A. K., Hardison, C., Simon, A., & Andrews, T. C. (2019). A model of the factors influencing teaching identity among life sciences doctoral students. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(2), 141-162.
- le Roux, K., Taylor, D. L., Kloot, B., & Allie, S. (2021). Research on higher education: a perspective on the relations between Higher Education Studies and Discipline-Based Education Research. *Teaching in Higher Education*.
- Shulman, L. (2001). From Minsk to Pinsk: Why a scholarship of teaching and learning?. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 48-53.
- Stains, M., Harshman, J., Barker, M. K., Chasteen, S. V., Cole, R., DeChenne-Peters, S. E., ... & Young, A. M. (2018). Anatomy of STEM teaching in North American universities. *Science*, 359(6383), 1468-1470.
- Wissman, K. T., & Leontyev, A. (2024). Awareness and Implementation of Evidence-Based Learning Strategies Among STEM Faculty. *Journal of College Science Teaching*, 1-10.

	Insufficient	Good	Excellent	Where is this now? What needs to be done?
Aim and problem	The contribution is insufficiently motivated and the question or problem formulation is incomplete or missing.	The question or problem is clearly formulated and the contribution is reasonably contextualised.	The question or problem formulation is clearly articulated and the contextualisation is relevant. The contribution has the potential to stimulate pedagogical discussion or development in higher education.	
Scholarly context	The connection to experience or research is missing or vague.	The contribution is connected to research or experience.	The contribution is explicitly situated and supported in relevant research or experience via clear reference to theories, approaches, and communities.	
Methods	Methods or approaches are not sufficiently accounted for or are not appropriate to the research question or target group.	The contribution describes appropriate methods and approaches but lack sufficient information to be replicable.	Methods or approaches are described and motivated relative to the question or problem formulation of the contribution. Methods are replicable.	
Findings	The accounts of results and data are missing or critically insufficient.	Results and data are accounted for in relation to the question or problem formulation.	Results and analyses of data are related to and develop the aim, the question or problem formulation, the methods, as well as the research and experience.	
Discussion and reflection	The results or experiences are not analysed or discussed in relation to the question or problem formulation.	The contribution contains discussion or reflection relative to the question or problem formulation.	Results and experiences are discussed in relation to the question or problem formulation. Critical connections or recommendations for future study are developed. The discussion contributes to a broader understanding of teaching and learning in Nordic STEM higher education.	
Communication	The contribution fails to argue and communicate in one or several of the following: audience adaptation, language, structure, or reference handling.	The contents of the contribution are well communicated and argued for. It is audience-adapted for accessibility in terms of language as well as structure. The contribution applies the APA style for referencing.	The content is well communicated and audience-adapted for accessibility in terms of language as well as structure. The argumentation is convincing and adapted in order not to exclude relevant groups. The contribution applies the APA style for referencing.	

Workshop

Undervisning som engasjerer: Hva får studenter til å møte opp?

Mie Helene Davies, Peder Aa. Hoff, Stella Kirkvold, Andrea

Kvamme, Tuva S. Nordbø, Trine H. Andersen og Knut B. Rolstad

Institutt for fysikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Norge

Sammendrag: Vi er fysikkstudenter som i samarbeid med undervisere, har arbeidet på NTNUs Toppundervisningsprosjekt “Utvikling og implementering av en formativ vurderingspraksis”. Høsten 2024 gjennomførte vi en spørreundersøkelse for fysikkstudenter som ga oss innsikt i hvordan de opplever undervisningen og hva de ønsker endret. I desember arrangerte vi en workshop på eget institutt der vi diskuterte resultatene og reflekterte over hvordan undervisningen kan bli mer engasjerende.

Under denne workshopen ønsker vi, sammen med deltakerne, å diskutere hvorfor studenter møter opp på forelesninger, hvordan læringsopplevelsen er, og hvilke tiltak som kan øke både engasjement og deltakelse. Deltakerne bidrar med egne ideer og forslag til konkrete tiltak, både for den enkelte foreleser og for institusjonen. Vi diskuterer forslagene, og deler dem inn i kortsiktige og langsiktige tiltak.

Temaet er særlig relevant for MNT-utdanning (Matematikk, Naturvitenskap og Teknologi), hvor fagene ofte oppleves som krevende og teoretiske. Ved å kombinere studenters erfaringer med underviseres perspektiver, er målet å inspirere til endringer som skaper et mer interaktivt og engasjerende undervisningsopplegg innenfor realfag.

Nøkkelord: Studentperspektiv, undervisningsforbedring, interaktivitet, læringsutbytte og aktiv læring

1 Innledning

Vi er fysikkstudenter ved NTNU som sammen med undervisere har arbeidet på NTNUs Toppundervisningsprosjekt “Utvikling og implementering av en formativ vurderingspraksis”. I løpet av høsten 2024 har vi laget og gjennomført en spørreundersøkelse. Totalt 165 fysikkstudenter, fordelt på alle årganger, delte sine meninger, ønsker og preferanser for hvordan undervisning på universitetsnivå bør gjennomføres. I desember gjennomførte vi en workshop på eget institutt, som ga gode refleksjoner og tilbakemeldinger fra deltakerne. Toppundervisningsprosjektet grunner i et ønske og en motivasjon fra studentenes side om å skape endring i dagens læringsmetoder.

2 Motivasjon og læringsutbytte: Hva kan deltakerne forvente å få innsikt i?

I denne workshopen vil vi utforske hvorfor studenter møter på forelesning, hvordan de opplever læring i en forelesningssetting, og hvilke tiltak som kan øke engasjement og deltakelse. Deltakerne vil få presentert resultater fra en spørreundersøkelse fra høsten 2024, som gir innsikt i hvordan studentperspektivet kan brukes til å tilpasse undervisningen.

Gjennom refleksjonsspørsmål og diskusjon, supplert med studentenes tilbakemeldinger, vil deltakerne aktivt bidra til økten. Sammen vil vi sette et kritisk søkelys på dagens tradisjonelle forelesningsform og diskutere metoder for å gjøre undervisningen mer interaktiv. Sentrale temaer inkluderer bruk av aktive læringsmetoder som gruppearbeid, quiz, diskusjoner og digitale verktøy for å skape en mer engasjerende læringsopplevelse.

Basert på diskusjonene vil deltakerne utvikle konkrete forslag til forbedringer både i egen undervisning og på institusjonsnivå, med fokus på både kortsiktige og langsiktige tiltak. Målet er å inspirere deltakerne til å bidra til en positiv endring i undervisningen.

3 Hvorfor er økten relevant og attraktiv for deltakerne?

Økten er basert på konkrete tilbakemeldinger fra studenter som etterspør en mer interaktiv og engasjerende læringsopplevelse. Lavt oppmøte i forelesninger og øvingstimer er en utfordring. Målet er å utforske tiltak som kan styrke både studentenes faglige forståelse og deres motivasjon for å delta.

Workshopen er utviklet i samarbeid mellom studenter og undervisere, og alle vil delta aktivt i økten. Dette gir en unik dynamikk der studentenes perspektiver blir tydelig representert. Erfaringer fra en tidligere workshop ved Institutt for fysikk viser at denne tilnærmingen førte til mer troverdige diskusjoner og større innflytelse på undervisningspraksis. I tillegg til funn fra spørreundersøkelsen høsten 2024, vil vi også dele personlige erfaringer for å gi et bredere innblikk i studentenes læringsopplevelse.

4 Hvordan aktiveres deltakerne??

Workshopen vil bestå av gruppediskusjoner, plenumsdiskusjoner og presentasjon av resultater. Tidsplanen er vist i Tabell 1. Deltakerne vil først diskutere og reflektere over hva de tror studentene mener om undervisningen, før svarene fra spørreundersøkelsen presenteres gjennom diagrammer og sitater.

Mot slutten av økten skal deltakerne bidra med egne forslag til konkrete tiltak for å forbedre realfagsundervisning og øke læringsutbyttet. Deltakerne skriver egne forslag på lapper og plasserer dem på et felles diagram på tavlen/veggen etter to kriterier: om tiltaket bør gjennomføres på institusjonsnivå eller av den enkelte foreleser, og om det er et kortsiktig eller langsiktig tiltak. Dette vil være en fin avslutning hvor deltakerne får tid til å reflektere over det som er blitt sagt og diskutere det med andre. Oppsummeringen har som mål å bidra til at deltakerne sitter igjen med nye ideer og i tillegg blir inspirert av de andre deltakernes ideer.

Tabell 1, Tidsplan.

Varighet	Type	Sentrale spørsmål
5 min	Oppstart/Introduksjon	
5 min	Gruppediskusjon	Hvorfor tror dere at studenter møter i forelesning?
5 min	Plenumsdiskusjon	
5 min	Presentasjon av resultater	Hva mener studentene?
5 min	Gruppediskusjon	Hva tror dere at studentene mener bidrar til læring i en forelesning?
5 min	Plenumsdiskusjon	
5 min	Presentasjon av resultater	Hva mener studentene?
5 min	Individuell refleksjon, notere på post-it lapper	Hva kan du gjøre av forbedringer i undervisningen på kort og lang sikt?
5 min	Gruppediskusjon	Kartlegging av forslag
10 min	Henge opp lapper og plenumsdiskusjon	

5 Hvordan vil resultatene oppsummeres?

Vi avslutter workshopen med en plenumsdiskusjon av deltakernes forbedringsforslag. Deltakerne oppfordres til å ta bilde av sluttproduktet som en "ta med hjem melding".

6 Hvordan er temaet for økten relevant for MNT-utdanning?

Temaet for økten er særlig relevant for MNT-utdanning, hvor fagene ofte oppleves som krevende og teoretiske. En mer interaktiv undervisning kan bidra til økt oppmøte i

forelesninger og øvingstimer, samtidig som studentenes forståelse og motivasjon styrkes. Spesielt innen MNT-fag kan bruk av moderne teknologi, simuleringer og problemløsende tilnærminger gjøre undervisningen mer engasjerende og læringsfremmende.

Økten adresserer en sentral utfordring i MNT-utdanning ved å styrke koblingen mellom undervisningspraksis og studentenes behov. Funnene fra spørreundersøkelsen er hentet fra fysikkstudenter ved NTNU, men erfaringene er overførbare til andre MNT-studier, ettersom disse fagene ofte har lignende utfordringer knyttet til teori og læringsprosesser.

Både regjeringen og NTNU har tydelige forventninger til undervisningspraksis i høyere utdanning. Regjeringen understreker viktigheten av studentaktive undervisningsformer og økt bruk av digitale verktøy (*Meld. St. 16, 2016–2017*), mens NTNUs strategi for fremtidens teknologistudier (2022–2030) fremhever at undervisningen skal være kunnskapsbasert, engasjerende og bidra til dybdelæring (NTNU, 2022). Denne workshopen tar utgangspunkt i disse føringene og gir deltakerne verktøy for å videreutvikle sin undervisning i tråd med moderne læringsprinsipper.

Takk til

Vi ønsker å takke alle studentene som har deltatt i spørreundersøkelsen, samt studentene som tidligere har bidratt til Toppundervisningsprosjektet. Vi vil også takke Guri Sivertsen Korpås for hennes bidrag.

Referanser

Kunnskapsdepartementet. (2017). *Kultur for kvalitet i høyere utdanning (Meld. St. 16, 2016–2017)*. Regjeringen.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-16-20162017/id2536007/>

NTNU. (2022). *Teknologiutdanning 4.0: Sluttrapport fremtidens teknologistudier (FTS)*.
<https://www.ntnu.no/documents/1286373847/1307621247/FTS+sluttrapport+-+Teknologiutdanning+4.0.pdf/f1008e49-27e6-a9b7-1767-ec351944d338?t=1641560495645>

Workshop

Praksis i disiplin og tverrfaglige studieprogram: Hva, hvorfor og hvordan?

Kristin Holtermann¹, Jonathan Soulé¹, Sehoya Cotner¹, Monica Alterskjær Sundset², Bjørn-Petter Finstad³, Ingrid Hovda Lien³, Gro I. van der Meeren⁴, Gaute Velle⁵ og Ragnhild Sandvoll⁶

¹ Institutt for biovitenskap, Universitetet i Bergen, Norge

² Institutt for Arktisk og Marin Biologi, UiT Norges Arktiske Universitet, Norge

³ Norges fiskerihøgskole, UiT Norges Arktiske Universitet, Norge

⁴ Havforskningsinstituttet, Norge

⁵ NORCE, Norwegian Research Center AS, Norge

⁶ RESULT, UiT Norges Arktiske Universitet, Norge

Sammendrag: I løpet av de siste tiårene har flere fagmiljø i høyere utdanning i Norge utviklet og etablert praksisemner for studenter innen disiplinene biologi og geologi, samt det tverrfaglige studiet fiskeri og havbruksvitenskap. I denne workshopen vil vi gjennomføre en interaktiv “Jigsaw aktivitet” for å presentere og diskutere erfaringer og forskningsresultater fra implementeringen av disse praksisemnene ved tre universitet i Norge. Vi vil diskutere funn fra vår forskning, inkludert bedriftenes perspektiver på samarbeid om praksis (Schneider et al., 2024), tidligere studenter syn på betydningen av praksis (Sundset et al., in prep), og praksisstudenters erfaringer når det gjelder faktorer som påvirker læring ute i praksis (Sandvoll et al., in prep). I tillegg vil vi dele våre samlede erfaringer som undervisere og administratorer av praksisemner i arbeidsrelevansprosjektene SAMPRAKSIS og DEVELOP. Deretter leder vi en delvis strukturert diskusjon med fokus på hvordan våre funn kan bidra til å fremme arbeidet med økt arbeidslivsrelevans i disiplinlig og flerfaglige studieprogram. Avslutningsvis vil vi demonstrere to konkrete, åpne digitale plattformer som vi har utviklet i samarbeid med studenter og praksispartnere. Disse plattformene er utviklet for å støtte samarbeidspartnere i bedrifter som veileder praksisstudenter fra universitetet.

Nøkkelord:

Studentpraksis, arbeidslivsrelevans, høyere utdanning, STEM, fiskeri og havbruksvitenskap

1 Praksis som ny læringsarena - erfaringer fra disiplinfaglige og tverrfaglige studieprogram

1.1 Pionerarbeid med utvikling av praksis i ikke-profesjonsrettede studieprogram

Studenter etterspør mer praksis og økt arbeidslivsrelevans i sine studier (Studiebarometeret, 2024). Dette er også et uttalt mål i flere stortingsmeldinger (Kunnskapsdepartementet 2016-2017; 2020-2021). Likevel er det mange studieprogram som fortsatt ikke tilbyr praksiserfaringer til sine studenter. Mens profesjonsutdanningene innen helsefaglige utdanninger og lærerutdanningene har en lang tradisjon for å sende studentene ut i praksis for å utvikle konkrete ferdigheter og kompetanse, har dette vært mindre utbredt i disiplinfag og tverrfaglige studieprogram (Sundset et al., in review).

De siste ti årene har det vært utviklet flere praksisemner for MNT studenter og studenter innen fiskeri og havbruksvitenskap. Her har studentene blitt utplassert i eksterne bedrifter for å utføre konkrete arbeidsoppgaver under veiledning av bedriftenes ansatte (Velle et al., 2017; Hole et al., 2018 og 2021; Sandvoll et al., in prep). Med utgangspunkt i erfaringer fra praksisemner innen i disse studieprogrammene, har arbeidsrelevansprosjektene DEVELOP og SAMPRAKSIS systematisk samlet inn informasjon om praksisfeltet (Sundset et al., in prep.), intervjuet praksismentorer i bedrifter for å lære mer om bedriftenes perspektiv (Schneider et al., 2024) samt undersøkt hvilke faktorer studentene anser som viktige for egen læring i praksis (Sandvoll et al., in prep.). I tillegg har disse prosjektene i fellesskap gjennomført en surveyundersøkelse blant tidligere praksisstudenter (Sundset et al., in prep.). Begge prosjektene har også utviklet digitale ressurser som kommer til å bli vist og delt i denne workshopen.

En felles utfordring for praksisemner i disiplinbaserte og tverrfaglige studier uten klar profesjonstilknytning er at læringsutbyttene ofte er relativt generiske, og studentenes arbeidsoppgaver vil variere noe mellom ulike praksissteder. I emnene og prosjektene vi representerer, stilles det krav om at arbeidsoppgavene studentene skal utføre er relevante for deres fagdisiplin, men det er ikke faste kriterier studentene må gjennomgå hos hver enkelt praksisvert. Dette gir spennende muligheter ved å kunne presentere studentene for ulike yrkesveier, men det utfordrerer samtidig utformingen av gode læringsutbytter, kommunikasjon med vertsbedriftene og kvalitetssikring at praksisens relevans for studentene. Likevel viser vår forskning at studentene i økende grad innser verdien og nytten av praksisemnet etter at de har kommet ut i arbeidslivet, lenge etter selve praksisperioden (Sundset et al., in prep.).

1.2 DEVELOP og Praksisveileder.no

Prosjektet DEVELOP – Developing evidence-based mentoring - for better STEM work placements – har gjennomført intervjuer med praksisverter i bedrifter for å undersøke deres erfaringer med å veilede praksisstudenter, rollen som mentorer og samarbeidet med universitetet (Schneider et al., 2024). På bakgrunn av disse intervjuene har prosjektet utviklet en digital ressurs for å støtte praksisverter i bedriftene. Ressursen er tilgjengelig her: <https://praksis.w.uib.no/>

1.3 SAMPRAKSIS og Praksisveiledning for universitetsbedrifter

SAMPRAKSIS - Samarbeid om praksis i høyere utdanning – har som mål å forbedre kvaliteten på praksisopplegget i det tverrfaglige bachelorstudiet i fiskeri- og havbruksvitenskap. Prosjektet har fokusert på å utvikle en felles forståelse av læringsutbyttebeskrivelsen for praksis, med bidrag fra studenter, praksisvirksomheter og undervisere. Det er utviklet formative vurderingsformer som samsvarer godt med målet om at praksis skal være en mest mulig autentisk og relevant læringserfaring. Prosjektet har også samarbeidet med praksisvirksomhetene, samt LO og NHO for å sikre nødvendig kompetansen og forståelse for hva som forventes av en praksisvirksomhet og veileder i virksomheten. Videre har prosjektet lagt vekt på å styrke veiledningskompetansen i praksisbedriftene, og har derfor utviklet et nettbasert opplæringsprogram som retter seg mot veiledere praksisbedriftene: <https://site.uit.no/sampraksis/>

1.4 Samarbeidet mellom SAMPRAKSIS og DEVELOP

Samlet har arbeidsrelevansprosjektene SAMPRAKSIS og DEVELOP en unik kompetanse og erfaring med praksis i ikke-profesjonsrettede utdanninger innen MNT-fag og flerfaglige utdanninger. Samarbeidet har vært fruktbart, med utveksling av erfaringer for utvikling av praksisemner. Samarbeidet har også resultert i en omfattende spørreundersøkelse blant tidligere praksisstudenter, hvor vi har lært mer om langtidseffektene praksis har på studentenes læring og overgang til arbeidslivet.

2 Workshop: Praksis i disiplin og tverrfaglige studieprogram: Hva, hvorfor og hvordan?

2.1 Praksis i disiplin og tverrfaglige studieprogram: Hva, hvorfor og hvordan?

Praksis er et aktuelt satsningsområde innen høyere utdanning, både i Norge og globalt — og temaet for forskningen som diskuteres i denne workshopen. Gjennom en innledende introduksjon og jigsaw aktivitet (presentert nedenfor) vil deltakerne få presentert nyere funn innen arbeidsrelevant disiplin- og tverrfaglig utdanning. De vil få

innsikt i aktuell forskning, praksisveiledernes behov, og studentenes oppfatninger etter å ha deltatt i praksiskurs.

Vi vil lede en diskusjon om hvordan arbeidslivsrelevans kan økes gjennom integrering av praksis også i disiplinbaserte og flerfaglige studier i norsk høyere utdanning.

Deltakerne vil bli aktivisert gjennom to strukturerte diskusjoner; først vil vi bruke en jigsaw-aktivitet for å gi deltagerne innsikt i ny forskning om praksis som læringsform, og videre en gruppebasert diskusjon med veiledning, etterfulgt av presentasjoner i plenum.

2.2 Hvordan er workshopen relevant for MNT-utdanning?

Temaet for årets MNT konferanse er hvordan vi kan designe utdanningsløp med fokus på kompetanse. Motivasjonen bak praksisemnene er nettopp hvordan studenter kan tilegne seg mer arbeidsrelevant kompetanse og utvikle generiske ferdigheter som er relevante for fremtidens arbeidsmarked. I denne workshopen deler vi av våre erfaringer med hvordan praksisemner kan fremme studentenes læring og kompetanse, i samarbeid med arbeidslivet og academia. Våre studier viser at tidligere studenter som har hatt praksis som en del av sin utdanning opplever økt motivasjon, nettverksbygging og en lettere overgang til arbeidslivet.

2.3 Plan for workshop

Vi starter med en kort introduksjon til temaet arbeidsrelevans og de politiske målene for å gjøre utdanningene mer relevante. Deretter vil vi lede deltakerne gjennom en jigsaw aktivitet hvor deltagerne kan bidra med sin kunnskap fra feltet.

Jigsaw-aktiviteten vil bruke oppsummeringer fra våre studier, sammen med veiledende spørsmål. Et eksempel er vist nedenfor. Hver deltaker vil få et utdelt ark fra én av de fire studiene som skal diskuteres. De som har samme ark møtes for å diskutere de veiledende spørsmålene. Deretter vil blandede grupper diskutere alle de fire studiene, før en oppsummering i plenum.

Vi deler våre erfaringer fra forskning på feltet og inviterer deltakerne til å se på våre data og komme med løsninger for hvordan praksis kan implementeres i ulike studieprogram.

I vår andre aktivitet vil deltakerne diskutere følgende spørsmål i grupper:

- Hva finner dere mest interessant i funnene som er delt i denne workshopen?
- Hvilken betydning kan disse funnene ha i deres egen kontekst?
- Hva opplever dere som sentrale utfordringer i utvikling av praksisemner?

Etter diskusjonen i smågrupper vil hver gruppe dele sine svar på ett av disse spørsmålene. Vi vil deretter oppsummere innspillene og diskutere dem i sammenheng med resultatene fra våre to prosjekter: SAMPRAKSIS og DEVELOP.

Deltagerne vil også få tilgang til QR-koder som samler eksisterende ressurser utviklet av våre to team (DEVELOP og SAMPRAKSIS), samt til litteraturen som diskuteres i jigsaw-aktivitetene.

To Discuss: What was the motivation for this work? What did the investigators do? What is the primary contribution of this article? How can these findings contribute to future efforts to increase work relevance in higher education?

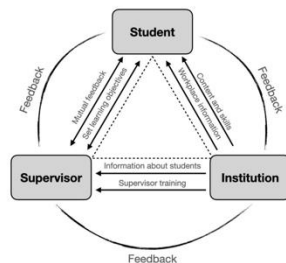


Fig. 3 Our suggestion for visualizing communication would not be complete without the inclusion of consistent, two-way feedback between all corners of the work-practice triangle

Abstract

Background Despite demands to make higher education more relevant beyond academia, and a growing body of work testifying to the benefits of work-relevance programs (e.g., work-placements, or internships) for both students and the companies that host them, there is limited information available for those aiming to optimize these programs. For example, few have explored the challenges and needs of internship supervisors. Here, we focus on the experiences of supervisors in biology and geology programs across three Norwegian institutions. Specifically, through a series of focus groups, we asked internship supervisors about their motivations for serving as student mentors, any challenges they had faced, and what higher-education institutions could do to better prepare them for hosting students at their workplaces.

Results Key challenges faced by supervisors include the need to tailor placements to individual student needs and capabilities, navigating the constraints imposed by academic structures, and addressing communication gaps between students, institutions, and workplace supervisors. Internship supervisors suggest enhancing communication strategies to better define roles and expectations, increasing support and training for supervisors, and establishing clearer, more collaborative frameworks for setting learning objectives with students.

Conclusions The supervisors' suggestions aim to ensure that internships are mutually beneficial, supporting both students' educational outcomes and the workplace needs. By focusing on the supervisor's perspective, we provide valuable insights into one aspect of implementing effective and rewarding internships (i.e., supervisor preparation), thereby suggesting pathways for future improvements in these high-impact educational practices.

Keywords Work placement, Workplace relevance, Internships, Mentoring, Mentor challenges, STEM

From: Schneider, J. R., Aaby, T., Boessenkool, S., Eriksen, E. F., Holtermann, K., Martens, I., ... & Lane, A. K. (2024). Creating better internships by understanding mentor challenges: findings from a series of focus groups. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 1-18.

Figur 1. Eksempel på oppgave til jigsaw aktivitet

Takk til

Prosjektene som presenteres er finansiert av Direktoratet for høyere utdanning og kompetanse sitt program «Økt arbeidslivsrelevans i høyere utdanning»: «*Developing evidence-based mentoring for better STEM work placements (DEVELOP)*» ledet av Sehoya Cotner (Grant number ARB-2021/10151, 2022-2024), og «*Samarbeid om praksis i høyere utdanning (SAMPRAKSIS)*» ledet av Bjørn-Petter Finstad (Grant number ARB-2020/10088, 2021-2023).

Referanser

- Hole, T. N., Velle, G., Riese, H., Raaheim, A., Simonelli, A. L., & Chan, S. J. (2018). Biology students at work: Using blogs to investigate personal epistemologies. *Cogent Education*, 5(1). DOI: 10.1080/2331186X.2018.1563026
- Hole, T. N., Velle, G., Helleve, I., Ulvik, M., Sætre, J. H., Brøske, B. Å., & Raaheim, A. (2021). Learning and personal epistemologies among students in three work placement settings. *Education Inquiry*, 13(3), 249–268. DOI: 10.1080/20004508.2021.1918830
- Kunnskapsdepartementet. (2016-2017). Kultur for kvalitet i høyere utdanning. Meld. St. 16.
- Kunnskapsdepartementet. (2020-2021). Utdanning for omstilling, økt arbeidslivsrelevans i høyere utdanning. Meld. St. 16.
- Nokut, Studiebarometeret (2024): <https://www.studiebarometeret.no/no/student>
- Sandvoll, R., Finstad, B.-P., & Sundset, M. A. "Highlight of my year" – Student insights on work-integrated learning in Arctic Fisheries and Aquaculture Science studies. Manuscript in prep for the Special Issue on Student Voices in WIL, *International Journal of Work-Integrated Learning*.
- Schneider, J. R., Aaby, T., Boessenkool, S., Eriksen, E. F., Holtermann, K., Martens, I., Soulé, J., Steele, A., Zazzera, S., van der Meeren, G. I., Velle, G., Cotner, S., & Lane, A. K. (2024). Creating better internships by understanding mentor challenges: findings from a series of focus groups. *International Journal of STEM Education*, 11 (60).
- Sundset, M. A., Sandvoll, R., & Låg, T. A review of reviews. The power of WIL: Advancing work-integrated learning in discipline-based higher education programs. Manuscript in review, *International Journal of Work-Integrated Learning*.
- Sundset, M. A., Aaby, T., Falkeid Eriksen, E., Finstad, B.-P., Holtermann, K., Martens, I., Sandvoll, R., Soulé, J., van der Meeren, G. I., Velle, G., Vogt, H. A., and Cotner, S. Graduates from disciplinary and multidisciplinary bachelor programs in Norway value the impact of work-integrating learning on careers and even more so with time. Manuscript in prep for *Scandinavian Journal of Educational Research*.
- Velle, G., Hole, T. N., Førland, O., Simonelli, A.-L., and Vandvik, V. (2017) Developing work placements in a discipline-oriented education. *Nordic Journal of STEM Education*, 1(1): 287-306.

Workshop

Studenters personvern: En diskusjon om etisk bruk av studentdata i forskning

Børge Irgens¹, Linda Gurvin Opheim², Hilja L. Huru³, Kajsa Møllersen⁴ og Thomas Gjesteland⁵

¹ Institutt for fysikk og teknologi, UiT Norges arktiske universitet

² Institutt for matematiske fag, Universitetet i Agder

³ Institutt for matematikk og statistikk, UiT Norges arktiske universitet

⁴ Institutt for samfunnsmedisin, UiT Norges arktiske universitet

⁵ Institutt for ingeniørvitenskap, Universitetet i Agder

Sammendrag: Mange av oss, også i forberedelsen til denne konferansen, har diskutert hvilke data man faktisk kan ta med i publikasjoner. Er det for eksempel greit å ta med statistikk over studentenes testresultater i et større kurs i en vitenskapelig publikasjon dersom ikke alle har samtykket til å være med på studie? Vi ønsker å diskutere gjenbruk av personopplysninger fra undervisnings- til forskningssammenheng, og hva som utgjør personopplysninger og bruk av data som ikke er personopplysninger. Gjennom konkrete eksempler vil vi åpne for felles diskusjon rundt gråsonen mellom det som klart er innafor og utenfor, samt hva som kan bidra til å bevege problemstillingene den ene eller andre veien. Vi ønsker også å inkludere erfaringer på hvordan disse etiske dilemmaene har vært løst på konstruktive måter, slik at vi kan lære av hverandres løsninger.

Nøkkelord:

Etikk, studentdata, personvern, personopplysninger

1 Studentdata i vitenskapelige publikasjoner

1.1 Introduksjon

Mange av oss, også i forberedelsen til denne konferansen, har diskutert hvilke data man faktisk kan ta med i publikasjoner. Er det for eksempel greit å ta med statistikk over studentenes testresultater i et større kurs i en vitenskapelig publikasjon dersom ikke alle har samtykket til å være med på studie? Eller om man har registrert hvilke studenter som har vært til stede på tiltak som for eksempel FYSE (First Year Study Environment) eller mentorordninger, og ønsker å sammenligne dette med eksamensresultater. Er det etisk forsvarlig å publisere analyser av slike data? Eller hva med sporing av aktivitet i Canvas, er det mulig å forske på det uten samtykke fra alle studentene i et emne? Hva med historiske data, hvor det kanskje var andre og mindre strenge rammer for etiske tillatelser, eller der man er usikker på hva deltakerne faktisk har samtykket til. Hvordan forholder man seg til det?

Generelt sett kan personopplysninger gjenbrukes «dersom det nye formålet er forenelig med det opprinnelige formålet» (Datatilsynet, 2019). Eksempelene over viser data innhentet i undervisningssammenheng, for eksempel med det formål å gi studenter en formativ eller summativ vurdering. Som underviser står vi friere til å bruke slike data til å forbedre egen undervisning, noe som i stor grad kan sies å være i tråd med det opprinnelige formålet. Usikkerheten kan være større ved publisering av vitenskapelige artikler og om det er forenelig med det opprinnelige formålet også om et overordnet formål er å forbedre kvalitet i UH-sektoren ved å dele erfaringer med flere undervisere. Det informerte samtykket «er en hjørnestein i forskningsetikken» (Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora, 2021) og skal ivareta integritet og bidra til tillitt for mellom deltakere og forskere. At tilliten bevares er også viktig for utdanningsinstitusjonenes virksomhet generelt, og at deltakere ikke får en opplevelse at deres personopplysninger innsamlet i undervisningssammenheng «havner på avveie». Videre kan allmennhetens interesse danne grunnlag for behandling av personopplysninger og er en side av mulighetene og begrensningene vi må forholde oss til ved siden av informert samtykke (SIKT, u.å.). Vi ønsker også å diskutere vurderinger rundt hva som utgjør personopplysninger og bruk av data som ikke er personopplysninger.

Det finnes flere retningslinjer rundt bruk av forskningsdata fra studenter, men når vi stadig diskuterer dette ønsker vi å foreslå en workshop på MNT-konferansen i form av å diskutere hvor «grensen» går (eller burde gå) etisk sett. Er det mulig å finne en fasit, gitt at enhver situasjon er unik? Avhengig av situasjonen vil det kunne være ulike data fra små eller store studentpopulasjoner, der noe eksempelvis kan være fra LMS, eksamensdata, oppmøtedata etc. Vi ønsker også å inkludere erfaringer på hvordan disse etiske dilemmaene har vært løst på konstruktive måter, slik at vi kan lære av hverandres løsninger.

Mange av oss som deltar på MNT-konferansen forsker på egne eller kollegaers studenter og/eller undervisning, eller på tiltak ved eget universitet. Derfor vil dette være problemstillinger mange har kommet opp i uten å nødvendigvis finne et svar. Ved å løfte diskusjonen opp til en felles arena som MNT-konferansen håper vi å danne økt felles forståelse for etiske betraktninger og hvor «grensen» går eller burde gå. Vi ønsker å holde

fokus på gråsonen mellom det som klart er innafor og utenfor, samt hva som kan bidra til å bevege problemstillingene den ene eller andre veien, altså mot å være utafor og mot å bli innafor.

1.2 Opplegg for workshopen

Som forberedelse til workshopen ber vi om at deltakerne bruker noen minutter på å friske opp minnet med å se på referansene, som danner rammer for vårt arbeid og diskusjonen.

Kajsa Møllersen og Hilja L. Huru vil fungere som fasilitatorer for workshopen og setter i gang med å sette noen føringer for innleggene og diskusjonen. Deretter vil Børge Irgens og Linda Gurvin Opheim vil dele eksempler fra egen forskning fra hhv UiT Norges arktiske universitet og Universitetet i Agder med etiske problemstillinger de og deres kollegaer har kommet opp i (til sammen 20-25 min). Dette vil skape en ramme for den videre diskusjonen hvor vi vil invitere deltakerne på workshopen til å dele egne eksempler. Avhengig av antall deltagere kan det legges opp til diskusjoner i mindre grupper. Thomas Gjesteland vil fungere som observatør som tar notater underveis, samler inn tanker og diskusjoner som deles i Slido (godkjent studentresponssystem ved UiT) el.l., og til slutt avslutter med å oppsummere workshopen inkludert en vurdering med tanker om videre arbeid. Deltagerne vil få med seg denne oppsummeringen produsert av Gjesteland underveis i workshopen.

I etterkant av workshopen vil forfatterne i felleskap vurdere å følge opp med et revidert verkstedsartikkel. Vi ser at dette kan ha verdi for flere, imidlertid vil det ikke ha form som en klassisk forskningsartikkel og vil kreve at form på bidraget eventuelt videreutvikles.

1.3 Avgrensninger

Workshopen vil hovedsakelig ta for seg kvantitative data, men åpner for å bringe eksempler og tanker rundt kvalitative data inn i fellesdiskusjonen.

Vi forventer ikke å komme frem til noe endelig svar i løpet av workshopen, men vi forventer at deltakerne drar fra workshopen med en litt større verktøykasse for å kunne gjøre gode etiske vurderinger og for å kunne løse etiske problemstillinger de havner i som underviser og forsker. Vi håper på noen klare eksempler på hva som har vært innafor og utenfor fra deltakerne, men det er altså gråsonen vi først og fremst ønsker å adressere.

Ingen av oss som står bak workshopen er eksperter på lovverk eller personvern, men vi ønsker å bidra til at vi er flere som møtes som kollegaer innen MNT-utdanning til diskusjon av dette temaet.

Referanser

- Datatilsynet (2019, 16. juli). *Grunnleggende personvernprinsipper. 2. Formålsbegrensing*.
<https://www.datatilsynet.no/rettigheter-og-plikter/personvernprinsippene/grunnleggende-personvernprinsipper/>
- Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (2021, 16. desember).
Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi.
Forskningsetikk. <https://www.forskningsetikk.no/retningslinjer/hum-sam/forskningsetiske-retningslinjer-for-samfunnsvitenskap-og-humaniora/>
- SIKT (u.å.). *Personvernhandbok for forskning. Samtykke eller allmennhetens interesse?* Hentet 17. februar 2025 fra <https://sikt.no/tjenester/personverntjenester-forskning/personvernhandbok-forskning/samtykke-eller-allmennhetens-interesse>.

Workshop

Undervisning og læring i ulike arealer, muligheter og begrensninger.

Guri Sivertsen Korpås^{1,2}, Trine Højberg Andersen¹

¹ Institutt for Fysikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Norge

² Center for Science and Engineering Education (SEED), Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Norge

Sammendrag:

Flere og flere læringsareal er i dag tilrettelagt for studentaktive undervisningsformer, felles for disse arealene er at de ofte er innredet med gruppebord og felles visnings- og arbeidsflater for studentene. En systematisk gjennomgang fra høyere utdanning av Lejon et al. viser at læringsareal kan spille en rolle i studenters læring, men ikke alene, det er samspillet mellom mennesker, areal og undervisningsdesign som er det essensielle (2022). Det kommer også fram at undervisere som tar i bruk nye læringsareal har behov for støtte og oppfølging. Dette samsvarer med våre erfaringer fra evaluering, forskning og undervisning.

I denne workshopen vil vi utforske ulike aspekter knyttet til utforming av undervisning både for tradisjonelle undervisningsareal og areal tilrettelagt for studentaktivitet. Vi vil legge til rette for diskusjon, erfaringsdeling og refleksjon. Deltakerne vil ta del i ulike aktiviteter hvor vi i felleskap prøver å få en bedre forståelse av mulighetsrommet og de utfordringene vi møter i egen undervisningspraksis. Noen av spørsmålene vi vil stille er: Hvordan forholder vi oss til og bruker de ulike undervisningsarealene? Hvordan planlegger vi undervisnings- og læringsaktiviteter i ulike areal? Hvilke muligheter gir arealet? Hvilke begrensninger har arealet?

Nøkkelord:

Studentaktivitet, læringsareal, undervisning, samarbeidslæring

1 Workshop

1.1 Hva forventes deltakerne å lære i denne økten?

I denne workshopen vil deltakerne få innsikt i hvordan læringsareal kan påvirke undervisning og hvordan de mulighetene arealene gir, kan utnyttes. Sammen vil vi diskutere og reflektere rundt samspillet mellom aktiviteter, areal og student- og underviserrolle. Målet er sammen å komme fram til ny innsikt og forståelse, og reflektere over hvordan vi kan bruke dette i utforming av egen undervisning.

1.2 Hvorfor er økten relevant og attraktiv for deltakerne?

Undervisere kan oppleve at samme pedagogikk og aktivitet fungerer forskjellig i ulike areal. På samme måte kan ulike undervisningsareal gi ulike forventninger. For MNT-utdanningene har auditoriet og formidling tradisjonelt stått sentralt, samtidig som det har vært en sterk laborietradisjon. I løpet av de siste ti årene har det vært en økt interesse i høyere utdanning for å tilrettelegge for aktivitet og samarbeidslæring, ikke bare i forbindelse med praktisk arbeid og lab, men også i den øvrige undervisningen. Dette har ført til at det har kommet flere og flere areal som legger til rette for aktivitet og samarbeidslæring, noe forskning viser forbedrer studenters læring (Freeman et al. 2014; Deslauriers et al. 2019). Selv om areal som er spesielt utformet med tanke på samarbeidslæring gir underviserne (UCISA Toolkit 2024) et bedre utgangspunkt for å legge til rette for studentaktivitet, vil det fortsatt være behov for støtte og veiledning av undervisere i denne prosessen.

Et læringsareal tilrettelagt for studentaktivitet er ofte innredet med gruppebord, stoler med hjul, og gjerne en eller annen form for felles arbeids- og/eller visningsflate. Et annet kjennetegn ved flere av disse arealene, og som de har til felles med andre mer tradisjonelle undervisningsareal, er at det er dedikerte studentsitteplasser og gjerne et eget sted hvor underviser har sin base. Underviser sin plassering er gjerne det punktet i rommet som alle har frie siktlinjer til. Den valgte plasseringen av underviser, studenter og eventuell visnings- og/eller arbeidsflater, vil påvirke i hvilken grad studentsentrerte aktiviteter fremmes (Ellis og Goodyear 2016). Når underviseren er plassert foran, er tendensen at det blir mer forelesning. Dette er i motsetning til i et læringsareal tilrettelagt for studentaktivitet, hvor underviseren ikke nødvendigvis har en egen base i det hele tatt, men er forventet å bevege seg rundt blant studentene. I studentaktive læringsareal er det lettere for studentene å ha lik tilgang til underviseren, sammenlignet med i et auditorium hvor noen studenter er plassert nærmere underviser (Leijon et al. 2022).

I MNT-utdanningene er det som sagt en tradisjon for å kombinere forelesninger med laborieøvinger og teoretisk problemløsning. Ved implementering av mer studentsentrerte undervisnings- og læringsmetoder, enten som en del av eller i stedet for de tradisjonelle forelesningene, vil undervisere bygge på erfaringer fra disse tradisjonene. Derfor innebærer endringen for noen undervisere, en overgang fra forelesning til mer studentsentrerte aktiviteter, mens andre i større grad bygger på erfaringer fra laboriearbeid med praktiske samarbeidsaktiviteter. I denne workshopen vil utforske disse aspektene. Workshopen er en videreutvikling av en rekke

tidligere avholdte workshoper (Andersen et al. 2024; Korpås et al. 2023) hvor vi blant annet har sett på hvordan læringsareal påvirker underviser- og studentrollen, og undervisning. Gjennom tidligere diskusjoner har det kommet fram at det er behov for en tydelig struktur med klare mål og forventninger for læringsaktivitetene. Samtidig har det kommet fram at for læringsareal tilrettelagt for studentaktivitet har er det viktig å begrense ren formidling til korte segmenter. Det har i tillegg blitt vektlagt at samarbeidslæring, så vel som student-underviser-samhandling bør prioriteres, mens individuelt arbeid bør holdes på et minimum. Tidligere deltakerne har også erfart behovet for at underviser styrer arbeidstempoet, og at det veksles mellom gruppearbeid og plenumsaktiviteter.

Vi som er ansvarlige for denne workshopen underviser i fysikk og har hatt fokus på studentaktive læringsformer i egen undervisningspraksis, som har foregått i areal tilrettelagt for studentaktivitet i løpet av snart 15 år (Andersen og Korpås, 2022). Ved NTNU har det vært gjennomført flere pilot-prosjekt tilknyttet nye undervisningsareal (Korpås et al. 2023; Korpås & Hansen, 2022) og erfaringer fra disse er brukt i utformingen av workshopen.

1.3 Hvordan aktiveres deltakerne?

Workshopen vil bestå av en rekke aktiviteter. Plakater som viser ulike undervisningsareal, vil bli brukt som inspirasjon og danne utgangspunktet for diskusjon og refleksjon. Eksempler på areal som vil vist er: et auditorium (figur 1), og to studentsentrerte læringsareal, ett med en tydelig definert undervisersone (figur 2), og ett uten en veldefinert plass for underviseren (figur 3).

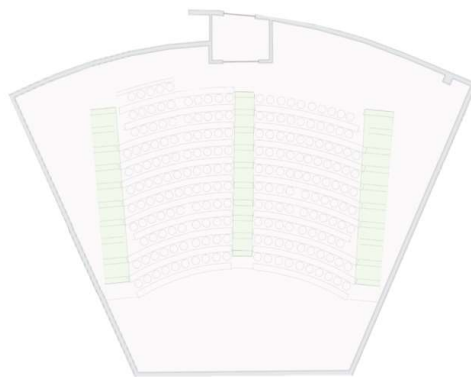


Fig. 1. Auditorium, med en definert base for underviser.

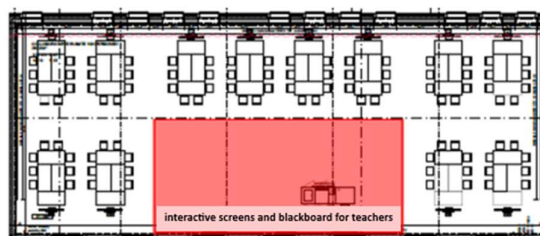
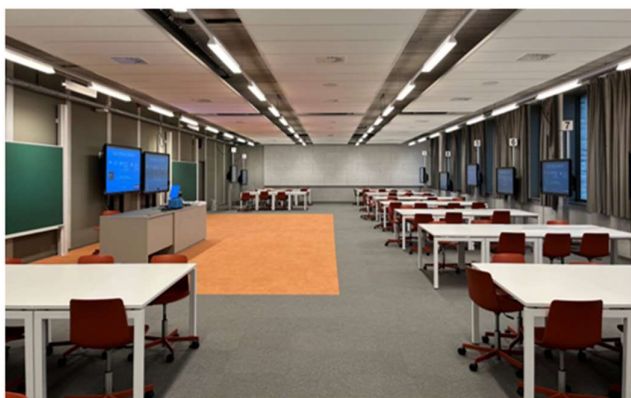


Fig. 2. Studentsentrert læringsareal med en definert sone for underviser

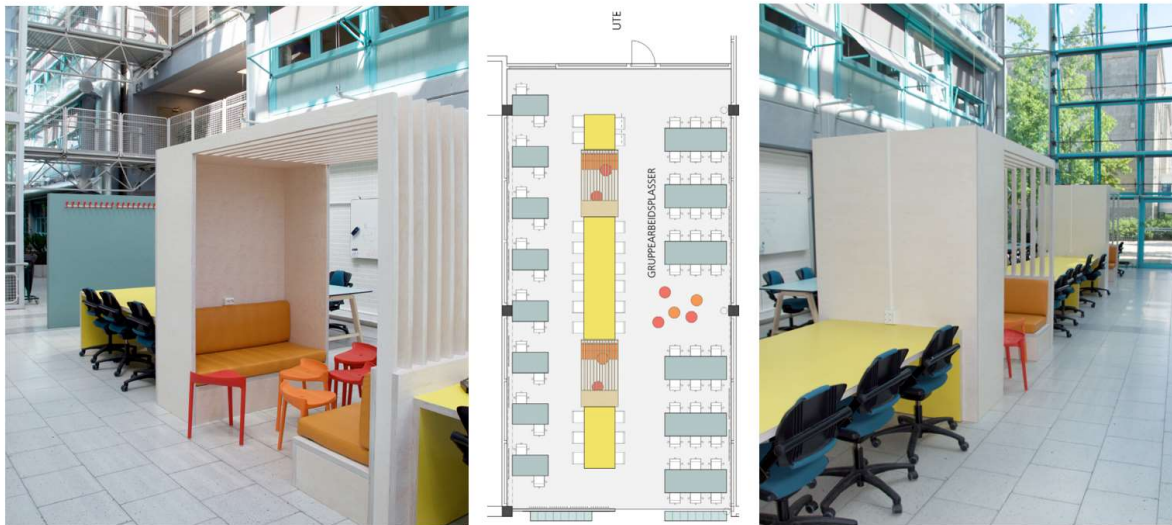


Fig. 3. Studentsentrert læringsareal uten en definert sone for underviser

Før workshopen starter henger vi opp plakater av ulike læringsareal. Deltakerne vil bli plassert i grupper. Post-it, papir og penner legges ut på bordene. Aktivitetene og den overordnede planen for workshopen er:

Når deltakerene ankommer blir de ønsket velkommen og bedt om å skrive navnet sitt på et gitt antall post-it.

Aktivitet 1: Deltakerne blir bedt om å gå til plakatene som viser de ulike læringsarealene. De svarer så på spørsmålet «Hvis du skulle undervise i dette arealet, hvor ville du som underviser plassere deg?» Egen plassering markeres ved å henge opp en navnelapp. Dette gjentas for hvert areal. Mens vi fortsatt står foran plakatene, diskuterer vi sammen hvordan lappene er plassert, likheter og ulikheter mellom arealene. Deltakerne inkluderes i denne diskusjonen ved at de blir bedt om å utdype plasseringen av lappene.

Aktivitet 2: Deltakerne blir delt inn i grupper hvor de blir bedt om å fokusere på et av arealene. Spørsmålene de her skal diskutere er: «Hvordan planlegger du undervisnings- og læringsaktivitetene i dette arealet? Hvilke muligheter gir arealet? Hva er utfordringene med dette arealet?» Deretter deler gruppene tankene sine i en plenumsdiskusjon.

Aktivitet 3: Deltakerne blir bedt om å gruppevis svare på følgende spørsmål for hvert læringsrom: «Når du planlegger undervisnings- og læringsaktiviteter, forventes det at studentene jobber i samme tempo eller ikke?» Hver gruppe markerer sin typiske tilnærming for hvert areal på en skala som er satt opp under hver plakat.

Aktivitet 4: Deltakerne diskuterer i grupper: «Hva er utfordringene og mulighetene ved å ha studenter som jobber i samme tempo eller ikke?» Deretter deler gruppene sine tanker i en plenumsdiskusjon.

1.4 Hvordan vil resultatene oppsummeres?

Workshopen legges opp slik at deltakerne til enhver tid både ser og får høre hva de andre deltakerne tenker rundt de ulike spørsmålene som stilles. Dette er en workshop som først og fremst legger opp til diskusjon og refleksjon, og på den måten bidrar med å gi deltakerne mulighet til å utvikle egne tanker og perspektiver. Utover dette vil de innspillene som kommer underveis i workshopen danne grunnlaget for en videre utforskning av sammenhengen mellom undervisningsdesign, læring og areal. De vil også bidra til å utvikle dette workshopkonseptet, som vi ser kan være en fin start når vi i ulike sammenhenger skal diskutere læring, utdanningskvalitet, fremtidens campus osv.

1.5 Hvordan er temaet for økten relevant for MNT-utdanning?

Temaet for workshopen er i utgangspunktet relevant for alle som er opptatt av utdanning ved universitet og høyskoler. Det som gjør workshopen spesielt relevant for MNT-utdanningene er at vi har hatt en tradisjon for både formidling og det eksperimentell, og hvordan disse tradisjonene kan være med å påvirke videre utvikling av undervisning.

Takk til

Denne workshopen er en videreutvikling av tidligere workshoper, derfor vil vi sende en stor takk til de som har deltatt og gitt oss ny innsikt som vi har kunnet bygge videre på. I de ulike fasene av workshopkonseptet har vi alltid jobbet i team. I løpet av disse årene har Gabrielle Hansen, Kari Anne Flem Røren og Magnus Strøm Kahrs (alle fra NTNU), samt Sylvia Grommen fra KU Leuven vært del av disse teamene. I tillegg har vi samarbeidet med to studenter: Aina Ediassen og Birgitte Linge Hansen.

Referanser

- Andersen, T. H., Grommen, S., & Korpås, G. S. (2024). Designing teaching and learning activities in different learning spaces: considering pace, place and pedagogy. Proceedings of the 52nd Annual Conference of SEFI, Lausanne, Switzerland. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1426089> 1
- Andersen, T. H., Korpås, & G. S. (2022) A qualitative study on how to scaffold for collaborative learning in an innovative learning area, a student perspective. *Uniped*, 45(2), 142–152. <https://doi.org/10.18261/uniped.45.2.6>
- Deslauriers, L., McCarty, L. S., Miller, K., Callaghan, K., & Kestin, G. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(39), 19251–19257. <https://doi.org/10.1073/pnas.1821936116>
- Ellis, R. A., & Goodyear, P. (2016). Models of learning space: Integrating research on space, place, and learning in higher education. *Review of Education*, 4(2), 149–191. <https://doi.org/10.1002/rev3.3056>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Korpås, G. S., Røren, K. A. F., & Haugdal, F. (2023) Evalueringsrapport A2 Øya helsehus - læringsareal for gruppebasert undervisning. NTNU. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/3174561>
- Korpås, G. S., Andersen, T. H., Kahrs, M. S., Hansen, G., & Røren, K. A. F. (2023) Teaching In Student-Centred Active Learning Spaces: How Relational, Pedagogical, Spatial, And Technological Aspects Intertwine And Affect The Learning Environment. *European Society for Engineering Education (SEFI)*. <https://doi.org/10.21427/H9Y4-CZ56>
- Korpås, G. S., & Hansen, G. (2022). Pilotrommet på Tungasletta. NTNU. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/3174579>
- Leijon, M., Nordmo, I., Tieva, Å., & Troelsen, R. (2022). Formal learning spaces in higher education – A systematic review. *Teaching in Higher Education*, 1-22. <https://doi.org/10.1080/13562517.2022.2066469>

Workshop

Is there space for critical thinking competence in STEM education in the age of Generative AI?

Marius Mikalsen¹, Syed Sajid Hussain¹, and George Adrian Stoica¹

¹ Institutt for datateknologi og informatikk, NTNU, Trondheim

Abstract: This workshop explores the evolving role of critical thinking competence in STEM education amidst the rapid integration of Generative AI (GenAI) tools. Critical thinking, central to STEM disciplines, involves evaluating evidence, analyzing problems, and developing reasoned solutions. While GenAI offers opportunities for personalized learning, diverse perspectives, and enhanced engagement, it also poses risks such as over-reliance, uncritical acceptance, and exposure to misinformation and biases. The impact of GenAI on students' critical thinking skills depends on how educators design learning environments that balance AI-enhanced efficiency with inquiry-based learning. Drawing on insights from the FreeThought project, which investigates societal challenges of GenAI, this workshop aims to explore practical strategies to foster responsible AI use. Participants will explore pedagogical approaches that promote inquiry and evidence-based reasoning. Through interactive activities, including group discussions using Miroboards and real-time surveys via Mentimeter, participants will co-develop strategies to integrate AI tools without compromising critical thinking outcomes. The workshop aims to support educators in leveraging GenAI's capabilities while mitigating its risks, ensuring that students remain active, reflective learners.

Keywords:

Critical thinking, competence, STEM education, Generative AI

1 Introduction

Recent research published by Statistics Norway (the national statistical institute of Norway) points to very significant trends in the use of AI tools. On the one hand, the adoption of AI tools in industry is growing quite fast, the numbers doubling in the past couple of years. One in five companies use AI tools (Walther-Zhang & Rybalka, 2024). The ICT sector is, unsurprisingly, having the highest levels of adoption. On the other hand, as outlined in the study barometer (survey conducted by NOKUT on behalf of the Norwegian Ministry of Education and Research), four out of five students use AI tools in their day-to-day while the numbers are almost reversed regarding their received training for using such tools (Studiebarometeret, 2025). More research and insight are needed to produce educational blueprints that can harness the potential of AI tools positively and constructively.

Critical thinking is central to STEM education. Critical thinking can be defined as “the ability to thoughtfully analyze and evaluate situations and recommend courses of action that consider stakeholders, implications, and consequences” (Lovelace, et al., 2016: 101). Critical thinking enables STEM students to evaluate evidence, analyze problems, and develop well-reasoned solutions (Ananiadou & Claro, 2009; Kelly, 2012). However, the rapid integration of Generative AI (GenAI) in educational environments presents opportunities and challenges for fostering this essential skill. GenAI – an umbrella term for AI solutions that generate text, audio, and visual content – can enhance active learning by offering personalized feedback, dynamic exploration, and exposure to diverse perspectives (Gonsalves, 2024; Lee et al., 2025). On the other hand, GenAI poses challenges such as over-reliance on AI-generated content, the risk of uncritical acceptance of AI-generated content, the potential for misinformation and embedded biases, over-reliance on automated solutions, and ethical concerns related to accuracy and transparency, all of which may hinder the development of independent critical thinking skills (Gonsalves, 2024; Larson et. al, 2024; Lee et al., 2025; Mogavi et al., 2024).

GenAI has the potential to either enhance or hinder critical thinking, depending on how it is integrated into educational practices. Bloom’s Taxonomy provides a useful framework for analyzing this impact, as it structures cognitive skills into hierarchical levels ranging from basic recall to higher-order reasoning (Bloom et al., 1956). If GenAI is used to support inquiry and active learning, it can facilitate deeper learning by encouraging students to analyze, evaluate, and synthesize information. However, if its use is driven primarily by efficiency, it may reinforce passive learning habits and reliance on AI-generated content, limiting opportunities for higher-order cognitive development. This concern is particularly relevant in STEM fields, where students are encouraged to adopt a solution-oriented mindset that prioritizes efficiency and problem-solving (Li et al., 2019). While the efficiency mindset is valuable, it may sometimes lead to accepting AI-generated outputs too readily, focusing on quickly arriving at solutions rather than critically evaluating their reasoning (Lee et al., 2025). Recent adaptations of Bloom’s framework for AI-enhanced learning emphasize the need to integrate AI-specific competencies, such as information validation, ethical reasoning, and the ability to selectively integrate AI-generated insights into problem-solving processes (Gonsalves, 2024; Miao & Shiohira, 2024). By embedding these competencies into educational design, educators can use GenAI as a tool for independent reasoning.

This workshop explores educator strategies to foster critical thinking with GenAI. Research suggests that students may develop evaluative reasoning skills by actively engaging with AI, critically analyzing its outputs, and validating AI-generated content against reliable sources (Lee et al., 2025; Mogavi et. al, 2024). Well-structured prompts and reflective practices can enhance critical thinking by encouraging students to question assumptions, assess credibility, and refine AI-generated material. However, over-reliance, misinformation, and ethical concerns can be addressed through proactive educator guidance, AI literacy training, and curriculum design that balances AI-enhanced learning with foundational problem-solving skills (Gonsalves, 2024). By intentionally structuring learning experiences, educators can consider how GenAI can complement, rather than replace, students' ability to think critically. This is particularly important for STEM education as these students will be the ones creating these technologies in the future.

Building on these insights, we are already engaged in *FreeThought*¹, an ongoing project that examines the societal challenges of generative AI and surveillance capitalism, focusing on strengthening sociotechnical critical thinking and protecting democratic values. One of *FreeThought*'s objectives is to organize workshops that translate research into practical strategies for fostering critical engagement with AI. This workshop will continue that series, extending our focus to STEM education by equipping educators with tools to cultivate evaluative reasoning, structure effective prompts, and balance AI-enhanced learning with foundational problem-solving skills.

2 About the workshop

2.1 What are the participants of the workshop expected to learn?

The following are the learning objectives of the workshop:

- Evaluate the role of critical thinking in STEM Education:
 - Participants will be able to assess the importance of critical thinking competence in STEM disciplines and how it contributes to problem-solving, innovation, and scientific integrity.
- Analyze the impact of generative AI on critical thinking skills:
 - Participants will critically analyze how the use of generative AI tools in STEM education influences students' ability to engage in independent, reflective, and analytical thinking.
- Develop pedagogical approaches for critical thinking:
 - Participants will discuss activities that promote critical thinking, emphasizing inquiry, evidence-based reasoning, and problem solving in the context of AI-assisted learning.

¹ <https://www.ntnu.edu/community/prosjekter/freethought>

- Reflect on ethical implications of Generative AI in STEM:
 - Participants will reflect on the ethical considerations and potential biases introduced by generative AI tools, discussing their implications for STEM education.

2.2 Why is the workshop relevant and attractive for the participants?

The relevance of the workshop lies in the growing need to reflect on educational practices in relation to the rapid integration of artificial intelligence (AI) in higher education.

From a pedagogical perspective, the workshop draws on constructivist principles, emphasizing critical education reflection (Brookfield 2017). Research indicates that when students are encouraged to critically evaluate AI-generated content, they engage more deeply with subject matter and develop better analytical skills (Holmes et al., 2023). Generative AI can serve as a cognitive tool that supports, rather than replaces, critical thinking if implemented appropriately (Gonsalves 2024). For instance, designing learning activities that require students to critique the reliability and accuracy of AI-generated solutions can enhance their critical thinking skills. Furthermore, AI literacy is now recognized as a critical component of STEM education, as students must understand the limitations, biases, and ethical considerations of generative AI use (Guerat 2024).

The pedagogical rationale for the workshop is grounded in the need to prepare STEM educators to integrate AI tools while safeguarding and promoting critical thinking. As AI reshapes knowledge production and problem-solving practices, STEM educators must adopt strategies that align with the development of 21st-century competencies (such as; communication, collaboration, critical thinking, and problem-solving) (Celik et al. 2024). This workshop will thus explore practical, research-informed approaches for participants to design learning that leverage generative AI to support, not compromising the development of critical thinking skills.

2.3 How are the participants activated?

The 1-hour workshop will be organized as follows to maximize participation:

- 10 minute introduction to set the stage, critically assessing STEM education, the role of critical thinking and generative AI (by the organisers or invited speaker)
- 5 minute survey on participants (using Mentimeter <https://i.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Mentimeter>)
- 25 minute groupwork (using Miroboards <https://i.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Miro>)
- 15 minutes plenary presentations of groupwork
- 5 minute summary and information about the takeaways

The activities planned for the workshop maximize participation and data generation during the workshop. Mentimeter will be used to collect background information from

the participants (such as education background, field) and input on key items regarding critical thinking and generative AI in STEM education.

The groupwork will be facilitated using prepared Miroboards where the groups will enter relevant thoughts and input regarding the key learning outcomes.

The use of the tools will serve the dual purpose of activating the participants and allow us to quickly assemble a report from the workshop.

Following the groupwork each group will present their thoughts and input in a plenary session.

2.4 How will the results be summarized

Takeaways for the participants are the following:

- Input on the theme from presentations
- Critical reflection on critical thinking in STEM education with generative AI with peers (group work and plenary presentations)
- We will compile a preliminary report based on the input from the survey and the miro-boards and distribute this to the participants as well as publish the preliminary report on FreeThought website: <https://www.ntnu.edu/community/prosjekter/freethought>
- We will write a paper based on the data collected combined with research on STEM education (as indicated in this paper), critical thinking and generative AI and publish in the conference proceedings.

2.5 How is the theme relevant for STEM-education

As indicated above, the theme of this workshop is relevant for STEM education for the following reasons:

- Critical thinking, a core learning outcome across STEM disciplines, is increasingly influenced by the pervasive presence of generative AI tools like ChatGPT
- Critically reflecting on the status of critical thinking in general and with generative AI in particular in STEM education
- AI literacy (of which generative AI is one) is now recognized as a critical component of STEM education
- It is relevant to reflect on key critical thinking competences with generative AI – to strengthen the good, and mitigate any bad outcomes of generative AI
- The workshop is relevant as it will explore practical, research-informed approaches for participants to design learning that leverage generative AI to support, not compromising the development of critical thinking skills in STEM education.

Acknowledgements

This work has received funding from the NTNU strategic area community (<https://www.ntnu.edu/community>) through the FreeThought project.

References

- Ananiadoui, K., & Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). Handbook I: Cognitive domain. David McKay.
- Brookfield, Stephen D. (2017) *Becoming a critically reflective teacher*. John Wiley & Sons.
- Celik, I., Gedrimiene, E., Siklander, S., & Muukkonen, H. (2024). The affordances of artificial intelligence-based tools for supporting 21st-century skills: A systematic review of empirical research in higher education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 40(3), 19-38.
- Gonsalves, C. (2024). Generative AI's Impact on Critical Thinking: Revisiting Bloom's Taxonomy. *Journal of Marketing Education*, 02734753241305980
- Guerra, E. (2024). The contribution of critical thinking to STEM disciplines at the time of generative intelligence. *STEM Education*, 4(1), 71-81..
- Holmes, W. (2020). Artificial intelligence in education. In *Encyclopedia of education and information technologies* (pp. 88-103). Cham: Springer International Publishing.
- Kelly, R. (Ed.). (2012). *Educating for creativity: A global conversation*. Brush Education.
- Larson, B. Z., Moser, C., Caza, A., Muehlfeld, K., & Colombo, L. A. (2024). Critical thinking in the age of generative AI. *Academy of Management Learning & Education*, 23(3), 373-378.
- Lee, H. P. H., Sarkar, A., Tankelevitch, L., Drosos, I., Rintel, S., Banks, R., & Wilson, N. (2025). The Impact of Generative AI on critical thinking: Self-reported reductions in cognitive effort and confidence effects from a survey of knowledge workers.
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., Disessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2019). Design and design thinking in STEM education. *Journal for STEM Education Research*, 2, 93-104.
- Miao, F., & Shiohira, K. (2024). *AI competency framework for students*. UNESCO Publishing.
- Lovelace, K. J., Eggers, F., & Dyck, L. R. 2016. I do and I understand: Assessing the utility of web-based management simulations to develop critical thinking skills. *Academy of Management Learning & Education*, 15: 100–121.
- Mogavi, R. H., Deng, C., Kim, J. J., Zhou, P., Kwon, Y. D., Metwally, A. H. S., ... & Hui, P. (2024). ChatGPT in education: A blessing or a curse? A qualitative study exploring early adopters' utilization and perceptions. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 2(1), 100027.
- Studiebarometeret 2025 . Studiebarometeret 2024 – Hovedtendenser. Retrieved February 14, 2025, from https://www.nokut.no/globalassets/studiebarometeret/2025/studiebarometeret-2024-hovedtendenser_1-2025.pdf
- Walther-Zhang, Y & Rybalka M, (2024). Dobling i bruk av KI. SSB. Retrieved February 14, 2025, from <https://www.ssb.no/teknologi-og-innovasjon/informasjons-og-kommunikasjonsteknologi-ikt/statistikk/bruk-av-ikt-i-naeringslivet/artikler/dobling-i-bruk-av-ki>

Workshop

Lære med kunstig intelligens

Vidar Skogvoll¹ og Tor Ole Odden²

¹ Kompetansesenter for undervisning i realfag og teknologi (KURT), Universitetet i Oslo, Norge

² Center for Computing in Science Education (CCSE), Universitetet i Oslo, Norge

Sammendrag: Kunstig intelligens (KI) i læringsarbeidet er et tveegget sverd. På den ene siden åpner det muligheter for tilpasset opplæring av en helt annen skala enn sett tidligere, men på den andre siden kan ukritisk bruk føre til at studenter hopper bukk over egen læring. God bruk av kunstig intelligens i undervisningen krever mange ting, blant annet kjennskap til teknologiens risiko og begrensninger, bevisstgjøring av læringsprosessen for studenten, og at undervisere har kjennskap til undervisningsaktiviteter som fremmer læring. Dessverre går utviklingen innen KI-feltet raskt og har et forsprang på utdanningssektoren, rett og slett fordi god undervisningsplanlegging tar tid. I denne workshopen forsøker vi å hente inn noe av forspranget.

Deltakerne på workshopen deltar i tre undervisningsaktiviteter med bruk av språkmodeller som underbygger læring. Undervisningsaktivitetene kan senere brukes direkte både i en forelesningssituasjon eller en seminartime. I tillegg presenterer vi et rammeverk for å forstå språkmodeller som gir kontekst for aktivitetene vi gjennomfører og en dypere forståelse av hvordan modellene fungerer.

Workshopen tilbys som et eksempel på «nye undervisnings- og vurderingsformer», et av MNT-konferansen 2025s foreslåtte temaer.

Nøkkelord:

Kunstig intelligens, Språkmodeller, Undervisningsaktiviteter, Forståelse, Aktiv læring

1 Bakgrunn

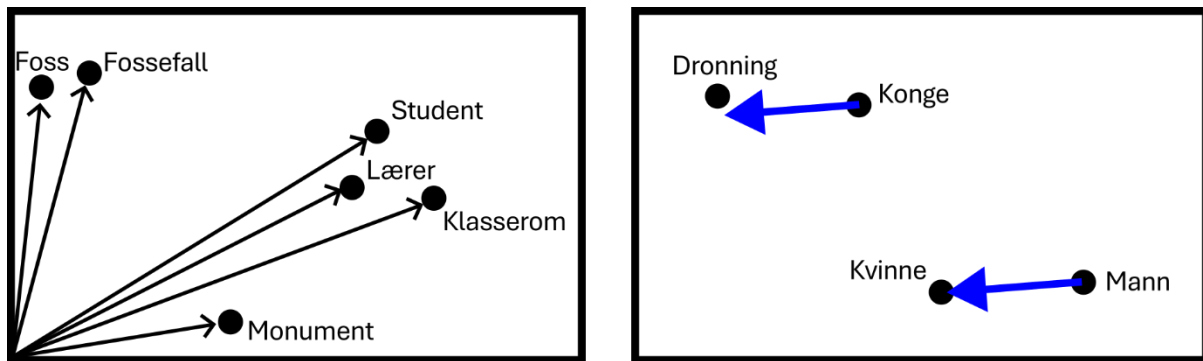
Kunstig intelligens har kommet for å bli. Teknologien har uten tvil ført til store gjennombrudd, blant annet gjennom å revolusjonere vår tilnærming til proteinfolding (Jumper et al., 2021) og oppdagelse av nye materialer (Merchant et al., 2023). Da arkitekturen for nevralt nettverk vi i dag kjenner som «transformeren» ble oppfunnet (Vaswani et al., 2023), gjorde språkmodeller et byks og kunstig intelligens kunne etter hvert skrive like bra som mennesker, om ikke bedre. Dette har siden ført til store utfordringer i utdanningsløpet – både i grunnopplæring, videregående og universitet/høyskole, spesielt knyttet til hvordan vi nå skal kunne vurdere kompetanse i skriftlig arbeid.

Ved siden av utfordringer knyttet til vurdering, bringer KI med seg en mulighet for individuell opplæring på en helt annen skala enn tidligere. Individuell opplæring har lenge vært kjent å være overlegen andre former for undervisning (Bloom, 1984), men for dyrt å gjennomføre i praksis. I dag, derimot, har hver student tilgang til ChatGPT, en språkmodell med «kompetanse» til å bestå advokateksamen i USA (Katz et al., 2024), og som i tillegg er tilgjengelig til alle døgnets tider og har uendelig med tålmodighet. Allikevel opplever mange lærere at studenter heller gjør seg avhengige av KI enn å lære av den (Darvishi et al., 2024; Ju, 2023). For å løse denne utfordringen trengs både at studenter får mer eierskap til egen læringsprosess, men også at KI blir integrert i undervisningen på en måte som fremmer læring. Dessverre gjør tidsklemma at undervisere ikke rekker å sette seg inn i mulighetene før teknologien har rast videre.

I denne workshopen inviterer vi deltakere til å prøve tre av de beste undervisningsaktivitetene vi har funnet som inkorporerer KI på en læringsfremmende måte. I tillegg blir deltakerne introdusert for rammeverket kjent som «meningsrommet», som gir kontekst for undervisningsaktivitetene og en dypere forståelse av hva språkmodeller faktisk gjør.

2 Språkmodeller som navigerer i meningsrommet

For å kjenne til hvilke muligheter og begrensninger som ligger i bruk av språkmodeller, bør man vite litt om hvordan de fungerer. Det første som skjer når du skriver en melding til en språkmodell, er at den omkodes til en serie med tall, en vektor, som befinner seg i det vi kaller meningsrommet, se Figur 1 (venstre). Plasseringen til denne vektoren sier noe om meningsinnholdet til ordet, slik at ord som er nær hverandre i mening havner nær hverandre i meningsrommet. Retninger i meningsrommet koder dermed noe om de ulike relasjonene som kan eksistere mellom ord, eksemplifisert i Figur 1 (høyre), hvor vi ser at forskjellen mellom vektorene som svarer til «mann» og «kvinne» i meningsrommet er tilnærmet lik forskjellen mellom vektorene som svarer til «konge» og «dronning.»



Figur 1. Til venstre: Meningsrommet og noen utvalgte ord som har blitt kodet inn i det. Dette er en forenklet to-dimensjonal figur; i virkeligheten har meningsrommet svært mange dimensjoner. Til høyre: Retninger i meningsrommet. Retningene koder semantisk betydning, her vist ved hvordan forskjellen mellom «mann» og «kvinne» er nær forskjellen mellom «konge» og «dronning».

Språkmodellene produserer ny tekst ved å bygge opp setninger ett ord av gangen. Ved å se på relasjonene mellom de allerede gitte ordene i en sekvens (f.eks. «Ja, vi elsker»), bruker den meningsrommet til å lage en ordnet liste over de ordene som troligvis vil følge (f.eks. «dette», «er», eller «tekst») og velger som regel det mest sannsynlige («dette»). En viktig konsekvens av denne mekanismen er at språkmodellene ikke er opptatt av hva som er sant/usant, men heller hvilket meningsinnhold ulike ord har i forhold til hverandre. Dette kan føre til såkalt «hallusinerings», hvor språkmodeller hevder ting som ikke er sant.

Siden språk er måten vi tilegner oss forståelse, kan vi utnytte dette. Én måte å bruke språkmodellene på en produktiv måte, er å bruke den til å skape mening rundt noe vi vet er sant, men ikke helt forstår. For eksempel: «Havet er blått, men vann er gjennomskiktig.» Å skape forståelse, «sensemaking» på engelsk (Odden, 2021), er en av nøklene til å bruke KI på en måte som fremmer læring. En annen effektiv måte å bruke språkmodeller på er å generere tekster som vi vet inneholder feil, og gi studenter i oppgave å finne feilene. Slik bruker vi språkmodellens evne til hallusinerings som et verktøy for å oppnå læring. Vi har tidligere brukt disse ideene til å informere god bruk av språkmodeller i fysikk (Skogvoll & Odden, 2024) og annen undervisning (Skogvoll, 2025).

3 Workshopen

3.1 Innhold

Workshopen er bygget opp av ulike deler hvor vi veksler mellom teori og praksis. Til å begynne med får deltakerne et arbeidsark som gir en lett introduksjon til hvordan språkmodeller fungerer. Dette knytter vi til en teoretisk presentasjon av det konseptuelle rammeverket vi bruker for å forstå undervisningsaktivitetene: meningsrommet.

Deretter bruker vi meningsrommet som en rød tråd for å gjennomføre ytterligere to praktiske undervisningsaktiviteter med KI:

- Bruke språkmodeller til å skape forståelse av komplekse fenomener.
- Trene kritisk tenkning gjennom å identifisere feil i KI-genererte tekster.

Vi avslutter med en diskusjon rundt hvordan aktivitetene kan anvendes i de ulike undervisningssituasjonene deltakerne står i.

3.2 Verdi og utbytte for deltakerne

Workshopen gir et fundament for å integrere KI i undervisningen. Etter workshopen vil deltakerne kunne

- Gjennomføre tre konkrete og utprøvde aktiviteter i deres egen undervisningssituasjon.
- Gjøre rede på en enkel måte for hvordan en språkmodell fungerer, som gjør det lettere å se muligheter og begrensninger.
- Finne ressurser, informasjon og materiell på internett for videre utforsking av KI i undervisningen.

Referanser

- Bloom, B. S. (1984). The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4–16. <https://doi.org/10.2307/1175554>
- Darvishi, A., Khosravi, H., Sadiq, S., Gašević, D., & Siemens, G. (2024). Impact of AI assistance on student agency. *Computers & Education*, 210, 104967. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104967>
- Ju, Q. (2023). *Experimental Evidence on Negative Impact of Generative AI on Scientific Learning Outcomes* (arXiv:2311.05629). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.05629>
- Jumper, J., Evans, R., Pritzel, A., Green, T., Figurnov, M., Ronneberger, O., Tunyasuvunakool, K., Bates, R., Žídek, A., Potapenko, A., Bridgland, A., Meyer, C., Kohl, S. A. A., Ballard, A. J., Cowie, A., Romera-Paredes, B., Nikolov, S., Jain, R., Adler, J., ... Hassabis, D. (2021). Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold. *Nature*, 596(7873), 583–589. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03819-2>
- Katz, D. M., Bommarito, M. J., Gao, S., & Arredondo, P. (2024). GPT-4 passes the bar exam. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 382(2270), 20230254. <https://doi.org/10.1098/rsta.2023.0254>
- Merchant, A., Batzner, S., Schoenholz, S. S., Aykol, M., Cheon, G., & Cubuk, E. D. (2023). Scaling deep learning for materials discovery. *Nature*, 624(7990), 80–85. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06735-9>
- Odden, T. O. B. (2021). How conceptual blends support sensemaking: A case study from introductory physics. *Science Education*, 105(5), 989–1012. <https://doi.org/10.1002/sce.21674>
- Skogvoll, V. (2025, februar 7). Lære med KI. *Lære med KI*. <https://laeremedki.no/>
- Skogvoll, V., & Odden, T. O. (2024, juni 1). Lære fysikk med språkmodeller. *Fra fysikkens verden*.
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L., & Polosukhin, I. (2023). *Attention Is All You Need* (arXiv:1706.03762). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.03762>

Workshop

Datainnsamling med micro:bit – En vei til praktiske oppgaver i arbeidskrav

Arne Stormo¹ og Elisabeth Inge Romijn¹

¹ Institutt for lærerutdanning, NTNU, Norge

Sammendrag: Vi tilbyr en workshop der deltakerne får bli kjent med en mikrokontroller (micro:bit) som kan brukes til datainnsamling i enkle naturvitenskaplige eksperimenter. Denne mikrokontrolleren er programmerbar, har innebygde elektroniske sensorer og har vært brukt i grunnskolen siden 2020. Den er dermed kjent blant de nye studentene og de kan bruke den i selvstendig arbeid som øvingsoppgaver eller arbeidskrav. Deltakerne får en innføring i bruken av mikrokontrolleren og får testet den ut i praktisk arbeid. Vi viser eksempler fra egen bruk i undervisning, og går gjennom muligheten for bruk av eksterne sensorer. Det åpnes for samtale med deltakerne om hvordan mikrokontrolleren eventuelt kan integreres i egne emner.

Nøkkelord:

Datainnsamling, praktisk arbeid, programmering og selvstendig læring.

1 Motivasjon og læringsutbytte

Programmering er en grunnleggende ferdighet på flere teknologistudier. I mange av studieløpene settes det av minst 7,5 studiepoeng, f.eks. TDT4110 (NTNU, n.d.), for å sørge for at studentene har et minimum av kompetanse på feltet. Nå som studentene siden 2020 skal ha hatt programmering i grunnskole og videregående er det en god idé å bruke de forkunnskapene de har med seg derifra. Programmeringsundervisningen som er gitt kan variere fra skole til skole og lærer til lærer, men et fellestrekk er at samtlige norske grunnskoler (Super:bit-prosjektet, n.d.) har fått tilgang på mikrokontrolleren micro:bit som er utviklet nettopp i undervisningsøyemed. Micro:bit er utviklet i samarbeid med BBC i England (The Micro:bit Educational Foundation, n.d.), er programmerbar ved enkel «blokkprogrammering» eller Python, har innebygde sensorer som f.eks. kan registrere temperatur og lys, kan kontrolleres manuelt ved bruk av knapper, og kan kommunisere med andre enheter over radio. Micro:bit kan dermed brukes i datainnsamling ved småskala fysikk- eller kjemiforsøk.

Siden studentene allerede er kjent med en mikrokontroller kan vi som underviser på universitetet dra nytte av dette. Micro:bit er et relativt rimelig stykke utstyr, og det er dermed mulig å forvente at studentene skaffer seg dem på linje med pensumbøker og annet datautstyr. Dermed kan små og trygge fysikk- eller kjemiforsøk gis som individuelle oppgaver i et generelt øvingsregime i tillegg til regneoppgaver.

2 Innhold i workshopen

I denne workshopen kommer du til å bli kjent med micro:bit og hvordan den enkelt kan brukes som verktøy for å samle data. Du får prøve ut de ulike innebygde sensorene til micro:bit, og to måter for å samle data på. Vi kaller disse sanntidsdatainnsamling og datalogging. Disse to metodene har ulike bruksområder, og egner seg derfor til ulike forsøk. Ved sanntidsdatainnsamling vises dataene grafisk samtidig som de samles. Dette er en egnet metode for å se sammenhengen mellom det som skjer i virkeligheten og resultatet, f.eks. hvordan endrer akselerasjonen seg i en svingning. Datalogging derimot egner seg for å samle større datasett som senere kan analyseres. Dette er en metode som egner seg spesielt godt for fjernmålinger over lengre tid, f.eks. endringer i lysforhold over et døgn. Aktivitetene i workshopen vil bli lagt opp etter didaktiske modeller for undervisning av programmering (f.eks. PRIMM (Sentance et al., 2019)).

Målet med workshopen er å gi inspirasjon til hvordan du kan anvende micro:bit i mindre forsøk og praktisk arbeid som studenter kan gjøre på egenhånd som del av øvingsoppgaver og arbeidskrav. De praktiske aktivitetene blir derfor etterfulgt av noen eksempler på hvordan vi på lærerutdanningen har anvendt datainnsamling ved bruk av micro:bit i vår egen undervisning. Vi vil også gi en presentasjon av noen eksterne, kommersielle og egenutviklede sensorer som utvider hvilke data man kan samle med en micro:bit.

Workshopen avsluttes med en diskusjon i grupper på hvordan datainnsamling med micro:bit kan anvendes i egne emner.

For å kunne delta aktivt i workshopen så trenger du en datamaskin med en USB-A eller USB-C port, samt en kompatibel nettleser (f.eks. Chrome eller Microsoft Edge). Annet utstyr for bruk av micro:bit sørger vi for.

3 Tidsplan

Tidsbruk	Beskrivelse
30 min	Introduksjon til utstyret og praktisk erfaring med to metoder for å samle inn data med micro:bit.
15 min	Eksempler på hvordan vi har anvendt micro:bit i vår undervisning, samt en kraftsensor vi har utviklet.
15 min	Diskusjon mellom deltakerne om hvilke muligheter micro:bit gir i egen undervisning og hvilke sensorer som hadde vært nyttig å ha.

Takk til

Vi vil takke medlemmer av forskningsgruppa Programmering og undervisning ved Institutt for lærerutdanning som har vært med og utviklet innholdet i workshopen. Dette er Torunn Smevik, Camilla Berge Vik og Ellen Marie Anderson. Vi vil også takke Nils Kristian Rossing ved Skolelaboratoriet for utvikling av sensorer.

Referanser

- NTNU. (n.d.). *TDT4110—Informasjonsteknologi, grunnkurs*. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. <https://www.ntnu.no/studier/emner/TDT4110>
- Sentance, S., Waite, J., & Kallia, M. (2019). Teaching computer programming with PRIMM: a sociocultural perspective. *Computer Science Education*, 29(2–3), 136–176.
- Super:bit-prosjektet. (n.d.). *Superbit*. <https://www.superbit.no/>
- The Micro:bit Educational Foundation. (n.d.). *Micro:bit*. <https://microbit.org/>