

Diskusjon

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.

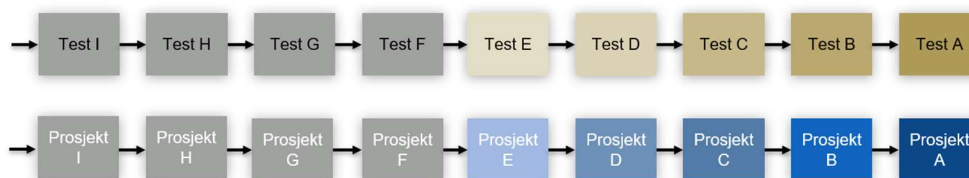
1 Introduksjon

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 læringsutbyte: «*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.

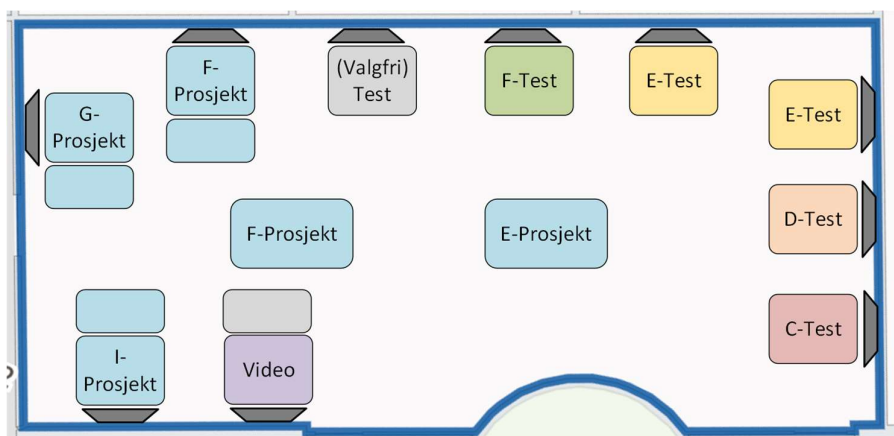
IT1001 har ingen avsluttande eksamen, forelesingar eller øvingar med gitte fristar – det einaste obligatoriske er å delta på minst 11 av 14 seminar. Emnet er delt opp i 9 modular I, H, G, F, E, D, C, B, A som takast i sekvens, og for kvar modul dokumenterer studentane meistring ved å stå ein test pluss 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 seminarane 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; Puroo 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.

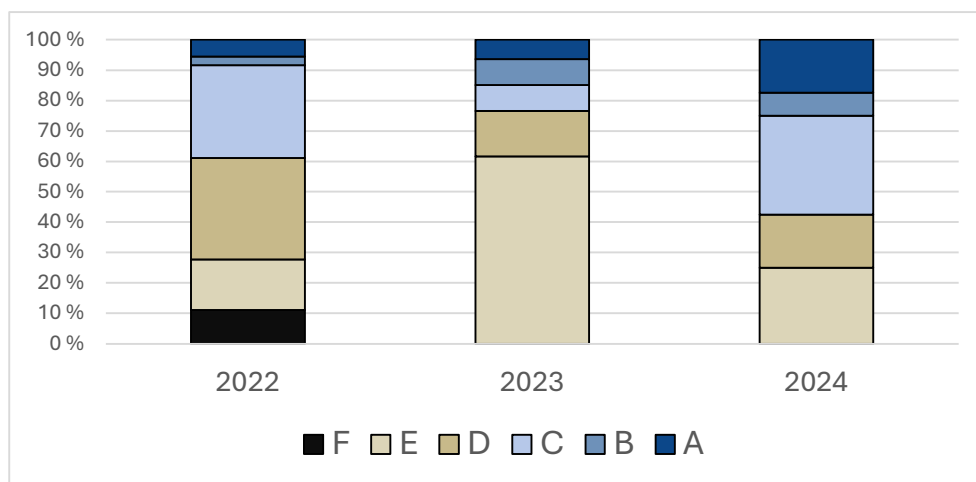
Anonymiserte data om framdrift og testprestasjonar er analysert for studentar som gav samtykke til dette, og datainnsamlinga i prosjektet er godkjent av SIKT.

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

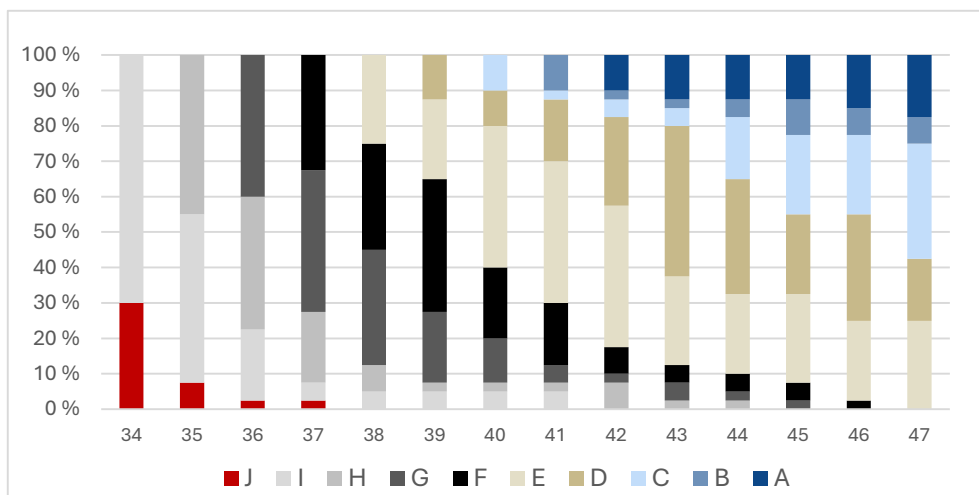
Figur 3 viser karakterfordeling for 2022-2024. Karaktersnittet i 2023 (1,83 = D-) vart dårlegare enn 2022 (2,14 = D+), men 2024 vart betre enn begge desse (2,75 = C-). Særleg er det positivt at ingen strauk med meistringslæring, medan det var 11% som strauk på eksamen i 2022 – trass i godkjend øvingsopplegg.



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.

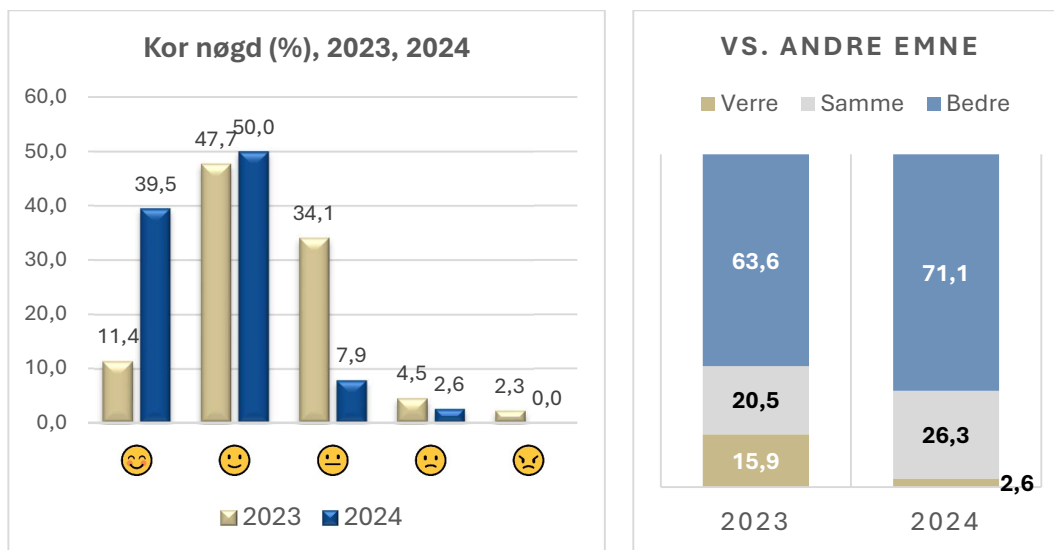
Somme studentar utsette mykje arbeid til seint i semesteret. Dette er likevel ein ganske tynn hale, og for fleirtalet er tendensen det motsette av prokrastinering – dei prøvde å gjere unna fleire testar i første halvdel av semesteret, for å sikre ein ståkarakter som dei kunne byggje vidare på. Medianstudenten 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

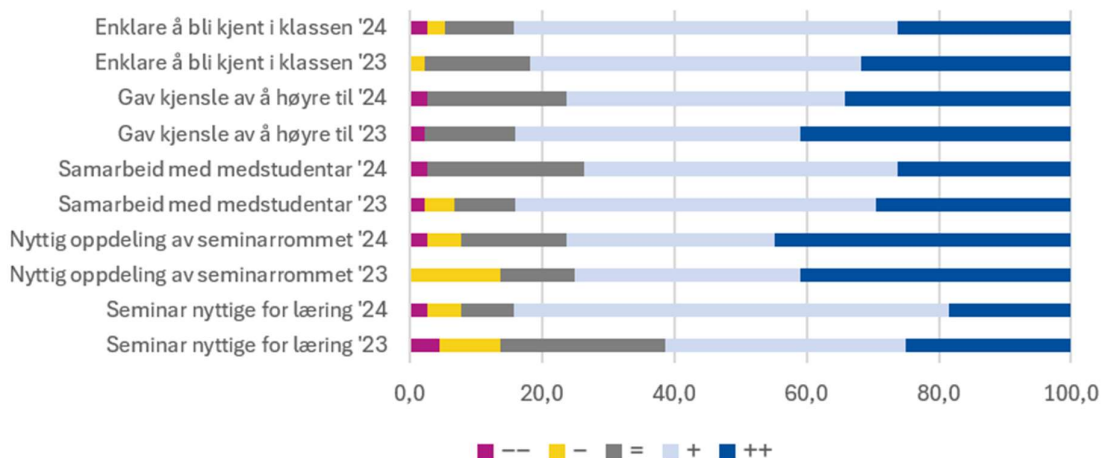
To av spørsmåla i spørjeundersøkinga gjekk på om studentane var overordna nøgde med emnet. Resultat på dette for 2023 og 2024 er viste i Figur 5. Venstre del av figuren er kor nøgd ein var med emnet, alt i alt. Resultata var bra allereie i 2023, trass i veike karakterar, og studentane var enda meir nøgde 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 desse 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 fritekstsvar 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 læringsammenheng [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 fritekstsvar 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 forskingsspørsmålet 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,