

*Presentasjon*

# Bruk av studieprogramdesignmatrise for utvikling av parallelle studieprogram med felles elementer

Wahlström, Erik <sup>1</sup> og Kjelsberg, Ronny<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 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 prosjektinnleveringer 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 fysikkinstitter 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 selvsagt 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 fagmiljøene<sup>1</sup> 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

---

<sup>1</sup> 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

**Studieretninger/program/spesialiseringer**

<b>Nivå 1</b>	<b>Masternivå fysikk</b>	<b>Teknisk fysikk</b>	<b>MSPHYS</b>	<b>ELSYS</b>
<b>Nivå 2</b>	<b>Kvantefysikk</b>			<b>Ferdighetsnivå for relevant studieretning</b>
	Generell formulering bra-ketnotasjon	Analysere og anvende	Analysere og anvende	
<b>Nivå 3</b>	Dreieimpuls og spinn			

Figur 1: Forenklet modell av oppbyggingen av studieprogrammatrisen, hentet fra en presentasjon gitt til seksjonslederne ved Institutt for Fysikk.

FTS kompetansemål K1-12	Hva skal kandidaten som har master innenfor denne studieretningen/spesialiseringen i fysikk kunne gjøre innen fagområdet Y etter sin masterutdanning?									
K1: Vise fagkunnskap og faglig fundert perspektiv	Kompetansenivå- Blooms taksonomi:									
<b>Master /5 år</b>										
<b>Biofysikk</b>										
Virkeprinsippet til måleinstrumenter som er viktige for studier av biologiske makromolekyler, celler og vev	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Oppbygging av de essensielle komponentene måleutstyret består av	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Teoretisk og praktisk innføring i hvordan instrumentet opereres, inkludert kalibreringsprosedyrer og vedlikehold	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Les, forstå og presentere relevant litteratur	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Energideponering i biologiske materialer ved bestråling med ioniserende stråling	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Direkte og indirekte effekter av stråling, strålingsindusert DNA-skade og reparasjon, mekanismer for celledød etter stråling	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Kvantitative modeller for celledød og -overlevelse, dose-respons-relasjoner, tumor- og normalvevsrespons	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Hovedprinsipper for bruk av ioniserende stråling i kreftbehandling	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Kombinasjon av stråling med kjemoterapi og biologisk målrettede medikamenter	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Proton- og ionoterapi	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Cellens struktur og funksjon: Inkludert organeller, kjernen, cytoskjelettet, cellesyklus, celledifferensiering	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Cellulære prosesser: diffusjon, konveksjon, ionetransport, osmose, aktiv transport	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Relevante eksperimentelle metoder: lys/fluorescens-mikroskopi, elektronmikroskopi, væskestrøm-cytometri	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Anvende sin kunnskap til å formulere og analysere problemstillinger i cellebiologi	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Studentene skal ha kompetanse til å beherske anvendelse av utvalgte tema innen fysikk for å beskrive molekylære egenskaper til biologiske molekyler og systemer av disse	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Innenfor de viktigste intra- og intermolekulære vekselvirkninger og deres rolle i forbindelse med biopolymerers ordnede konformasjoner og dynamikk	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Molekylære teorier brukt for å beskrive biopolymerers fysiske egenskaper, fasestabilitet av biopolymerløsninger og molekylære teorier for deformasjon og svelling av polymerer og polyelektrolyttnettverk	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Selv-organisering av amfifile molekyler i vandig løsning	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Studentene skal ha kompetanse til å beherske teoretisk grunnlag for å kvantifisere og analysere molekylære egenskaper til biologiske molekyler og systemer av disse	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
hydrodynamiske og spektroskopiske egenskaper, samt utvalgte spredningsteknikker	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
vurdere og diskutere anvendbarheten av de studerte teknikkene på et utvalg av biologiske systemer	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
bruke et utvalg av instrumentelle oppsett, tolke oppnådde data, og oppsummere resultatet i en skriftlig rapport	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Studentene skal ha beherske grunnlaget for og anvende utvalgt beregningsbasert teknikk for beskrivelse av biologiske makromolekyl, og kunne vurdere aktuelle beregningsbasert teknikk til eksperimentelle data	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
<b>Medisinsk fysikk</b>										
Overordna innhold i faget er å gi studenten en god forståelse av de grunnleggende fysiske prinsippene for og den praktiske virkemåten av moderne medisinske avbildningsteknikker. Mer i detalj: Innføring i digitale medisinske bilder. Bilde-rom og Fourier-rom, støy, filtrering, deteksjon, DICOM.	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Fysiske prinsipper og apparatur for medisinske avbildningsteknikker: Røntgen, CT, nuklearmedisinsk avbildning med SPECT og PET, Magnetisk Resonans avbildning (MRI) samt ultralyd.	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
For hver bildemodalitet: Sammenheng mellom fysiske vekselvirkninger og bildekontrast/informasjon, dosimetri/sikkerhet, hardware-komponenter, algoritmer for bilde-rekonstruksjon, artefakter og korreksjoner, kvalitetskontroll.	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Mekanismer for vekselvirkning mellom ioniserende stråling og materie	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Teoretisk grunnlag for dosimetri av ioniserende stråling	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Anvendelser av dosimetri for diagnostikk (røntgen) og behandling (stråleterapi), samt for vurdering av risiko ved personbestråling	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Vekselvirkningsversnitt, vekselvirkningsmekanismer for fotoner, nøytroner og ladede partikler	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Grunnleggende dosimetribegreper, kavitetsteori og strålingslikevekt, dosimetri i diagnostikk og terapi, persondosimetri, interdosimetri og nøytrondosimetri	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
<b>Kvantefysikk</b>										
Historisk utvikling	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Schrodingerligningen	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Postulatene	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									
Endimensjonale potensialer	Utdanningsområde innen TF: Kvantefysikk									

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 forventinger.

### 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](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.