

Kontinuitet i overgangen fra skole til universitet - Implikasjoner av Fagfornyelsen for MNT-fagene

I. F. Pedersen, H. L. Huru, og D. A. Coucheron,
Fakultet for naturvitenskap og teknologi, UiT Norges arktiske universitet

ABSTRACT: Med LK20 Fagfornyelsen innføres det nye læreplaner i skolen, der antall kompetansemål i de ulike fagene er noe redusert for å gi mer rom til dybdeløring, samt at læreplanene i matematikk og fysikk har et større fokus på utforskning, modellering og bruk av numeriske metoder enn tidligere (Ludvigsen et al., 2015; Utdanningsdirektoratet, 2020, 2021). I dette bidraget presenterer vi hvordan en gruppe undervisere ved UiT har jobbet med å trekke elementer fra Fagfornyelsen inn i første studieår i flere studieprogrammer innen MNT-fagene, med mål om at de nye studentene skal oppleve en større grad av kontinuitet i fagene i overgangen skole - universitet. Videre knytter vi våre tiltak til forskningslitteratur om overgangen skole-universitet, og reflekterer kort over hvordan et økt fokus på modellering, autentiske oppgaver og bruk av effektive læringsstrategier i begynneremnene ved universitetet på sikt kan bidra til å øke studieprogrammenes arbeidslivsrelevans.

KEYWORDS: Fagfornyelsen, Overgangen videregående skole-universitet, Studieprogramkvalitet

1 INNLEDNING

Fra både internasjonal forskningslitteratur og nasjonale undersøkelser er det velkjent at mange studenter opplever overgangen fra videregående skole til universitetet som utfordrende (Brinkworth et al., 2009; Gueudet & Thomas, 2020; Universitets- og høyskolerådets matematikkundersøkelse, sitert i Rønning, 2015). I forskningslitteraturen trekkes universitetets økte krav til autonomi og selvregulert læring frem som en potensiell utfordring (Blackmore et al., 2021), men innen MNT-fag er det også veldokumentert at mange nye studenter har utilstrekkelige forkunnskaper og opplever en faglig diskontinuitet mellom videregående skole og universitet (se for eksempel (Gueudet & Thomas, 2020)).

I løpet av de siste årene er det gradvis innført nye læreplaner i skolen (LK20 Fagfornyelsen), der antall kompetansemål i de ulike fagene er noe redusert for å gi mer rom til dybdeløring (Ludvigsen et al., 2015). En konsekvens av dette er at framtidens studenter i MNT-fag vil mangle noen forkunnskaper som dagens studenter antas å inneha. Dette kan eksemplifiseres ved at det ikke lengre er noen kompetansemål i teoretisk (T) eller realfaglig (R1 og R2) matematikk som eksplisitt nevner sannsynlighet, kombinatorikk eller differensiallikninger (Kunnskapsdepartementet, 2019; Utdanningsdirektoratet, 2020). Samtidig vil elevene etter innføringen av LK20 i større grad lære om programmering og algoritmisk tenking, og de nye kompetansemålene i matematikk- og fysikkfagene har et sterkere fokus på utforskning, modellering og bruk av numeriske metoder.

I dette bidraget presenterer vi hvordan vi har jobbet med å trekke elementer fra Fagfornyelsen inn i første studieår i flere studieprogrammer innen MNT-fagene ved UiT, med mål om at de nye studentene skal oppleve en større grad av kontinuitet i fagene gjennom overgangen skole - universitet. Dette utviklingsarbeidet drøftes i lys av forskningslitteratur om overgangen skole-universitet, før vi avslutter med en kort refleksjon over hvordan et økt fokus på modellering og autentiske oppgaver allerede i begynneremnene ved universitetet kan bidra til å øke studieprogrammenes arbeidslivsrelevans.

Arbeidet har vært organisert som et tverrfaglig utviklingsprosjekt (kalt «Fagfornyelsen NT-fak») med prosjektmidler fra UHR-MNT, og vi har fokusert på begynneremner i matematikk, statistikk og fysikk da disse er felles for mange studieprogrammer innen MNT-fagene.

2 METODISK TILNÆRMING OG ORGANISERING AV ARBEIDET

Vår tilnærming er inspirert av pedagogisk designforskning, der målet med utviklingsarbeidet er å gi bedre læring gjennom design, utprøving og evaluering av undervisningsressurser eller -metoder (Bjørndal, 2013). Her ønsket vi at de utviklede undervisningsressursene skulle bidra til å lette

overgangen skole – universitet gjennom å trekke elementer fra Fagfornyelsen inn begynneremner som normalt tas av studenter i sitt første studieår. Som et utgangspunkt for utviklingsarbeidet startet vi derfor med å analysere både gamle og nye læreplaner, med fokus på programfag fysikk og matematikkombinasjonen 1T-R1-R2 (Kunnskapsdepartementet, 2019; Utdanningsdirektoratet, 2020; Utdanningsdirektoratet, 2021). Spesielt i matematikk opplevde vi læreplanenes kompetansemål som noe vagt formulert, slik at det var utfordrende å få en god forståelse av hva man kan forvente elevene lærer. For å få et bedre grunnlag for å tolke de nye læreplanene i matematikk har vi derfor i tillegg gjennomgått et utvalg matematikklærebøker fra Aschehoug, publiserte eksempelsett som er utarbeidet for R1- og R2-eksamen, samt gjennomført en diskusjonsworkshop med lærere fra den videregående skolen.

Basert på denne kartleggingen har vi så fått utviklet nye undervisnings- og læringsressurser til begynneremner i fysikk, matematikk og statistikk som alle inngår i første studieår av flere studieprogrammer ved Fakultet for naturvitenskap og teknologi, UiT. Selve utviklingsarbeidet er gjennomført av studentassistenter under veiledning av prosjektlederne og aktuelle emneansvarlige, og dette arbeidet ble spredt utover tidsrommet januar 2022-februar 2023. Ser man til metodikken i pedagogisk designforskning vil neste steg være å implementere disse ressursene i undervisningen, evaluere hvordan de har fungert, og basert på denne evalueringen revidere ressursene og/eller hvordan ressursene integreres i undervisningen og gjenta utprøvingen. Et slikt utviklingsarbeid gjennomføres gjerne i flere sykluser, og vi er i en tidlig fase av arbeidet. I det følgende vil vi derfor fokusere på å beskrive hva som er utviklet i de 3 respektive fagene, og drøfte hvordan dette og valgene vi har tatt både kan relateres til LK20 Fagfornyelsen og knyttes opp mot identifiserte utfordringer knyttet til overgangen vgs-universitet.

3 UTVIKLEDE RESSURSER

Utviklingsarbeidet i prosjektet “Fagfornyelsen NT-fak” har i utgangspunktet hovedsakelig vært knyttet opp mot 3 begynneremner som studentene vanligvis tar i sitt første studieår: FYS-0100 Generell fysikk (første semester), MAT-1001 Kalkulus 1 (første semester) og STA-1001 Statistikk og sannsynlighet (andre semester). Det er imidlertid flere andre emner med et til dels overlappende innhold, slik at ressursene som utvikles også helt eller delvis kan anvendes i andre fag.

3.1 Fysikk

Alle fysikkstudenter ved UiT campus Tromsø tar første semester emnet FYS-0100 Generell fysikk. Dette emnet dekker klassisk mekanikk, fluidmekanikk og termodynamikk. Emnet inneholder en rask gjennomgang av deler av innholdet i Fysikk 1 og Fysikk 2. Dette er lagt opp basert på den tidligere læreplanen i emnene og endringene til LK20 gjør at emnet bør modifiseres litt. I gjennomgangen av LK20 har det blitt identifisert tre hovedområder som kan påvirke fysikkundervisningen: 1) endringer i innholdet i Fysikk 1 og Fysikk 2; 2) endringer i teoretisk (T) eller realfaglig (R1 og R2) matematikk og 3) endring i arbeidsmåter og evalueringsmetoder, som for eksempel introduksjonen av programmering i omfattende grad.

Den viktigste endringen i læreplanene for undervisning av fysikk på universitetsnivå er muligens at det ikke lengre er noen kompetansemål i T-, R1- og R2-matematikk som eksplisitt nevner differensiallikninger (Kunnskapsdepartementet, 2019; Utdanningsdirektoratet, 2020). Differensiallikninger er en sentral del av fysikken, og denne læreplanendringen kan kreve tilpasninger av begynneremner i fysikk. Videre vil det potensielt være større variasjon i hva elevene har med seg inn på universitetet i grunnleggende tema som mekanikk, siden den nye læreplanenes kompetansemål er noe vagere formulert enn tidligere. Dette har dog alltid vært en utfordring siden Fysikk 2 ikke er nødvendig for opptak til studier hvor fysikkemner inngår. Innføringen av programmering vil også påvirke fysikkutdanning og gir mange spennende muligheter man kan bygge videre på.

I førstesemesteremnet FYS-0100 Generell fysikk har det blitt gjort flere tiltak høsten 2022 for å imøtekomme endringene i LK20. Siden de nye læreplanene har mindre tydelige kompetansemål har dette begynneremnet i fysikk blitt nøye gjennomgått, og alle læringsmål er nå klart og detaljert beskrevet slik at studenter med forskjeller i bakgrunn og forkunnskaper kan tydelig forstå hva som forventes i faget. Videre er det utviklet flere automatisk rettede prøver i emnet for å hjelpe studentene jobbe med mange av de grunnleggende ferdighetene innen temaer som vektlegges i videregående skole og som vi

bygger videre på i begynneremnet i fysikk, eksempelvis Newtons lover og termodynamikkens lover. Disse tiltakene vil forhåpentligvis motvirke at studenter i overgangen fra videregående skole opplever en faglig diskontinuitet som skyldes manglende grunnleggende forståelse, samt bidra til bedre selvregulert læring når studentene møter universitetets økte krav til autonomi (Blackmore et al., 2021).

Et annet viktig aspekt av de nye læreplanene i LK20 Fagfornyelsen er introduksjonen av programmering i videregående skole, der fysikkfagets kompetansemål inkluderer det å bruke numeriske metoder og programmering til å utforske og modellere fysiske fenomener (Utdanningsdirektoratet, 2021). For å bygge videre på dette ble det utviklet et større undervisningsopplegg som integrerer bruk av programmering i fysikken, med et hovedfokus på numeriske løsninger av differensiallikninger. Dette temaet ble valgt siden det også kompenserer for fjerningen av differensiallikninger i 1T, R1 og R2. Delen av emnet som går på mekanikk inkluderer bruk av Eulers metode og andre numeriske metoder til å løse for eksempel bevegelse av gjenstander med luftmotstand, svingninger og lignende. Videre er det også fokus på innlasting og behandling av faktiske data som for eksempel akselerasjonsdata fra en heis. Gjennom å introdusere numeriske beregninger kan studentene dermed jobbe med mer virkelighetsnære og realistiske oppgaver allerede i første semester, og arbeidsformen er autentisk i den forstand at den gjenspeiler hvordan numeriske beregninger i dag gjennomsyrrer mye av den profesjonelle utøvelsen av fysikkfaget (se Malthé-Sørensen m. fl. (2015) for en mer detaljert diskusjon av fordeler med å introdusere beregninger i fysikkfaget).

Vi vil også trekke frem at selv om utviklingsarbeidet har vært knyttet opp mot det konkrete emnet FYS-0100 vil flere av ressursene også kunne brukes i det noe enklere brukerkurset i fysikk, samt i et separat fysikkemne for bachelor ingeniørstudenter.

3.2 Matematikk

Mange av våre førsteårsstudenter innen MNT-fag tar matematikkemnet MAT-1001 Kalkulus 1, som bygger på og utdyper studentenes kunnskaper fra videregående skole om integral- og differensialregning for funksjoner i en variabel. En gjennomgang av dette emnet viser at man i stor grad allerede har antatt at det er behov for å gi en introduksjon til differensiallikninger, slik at det vurderes at det ikke er behov for substansielle endringer i emnets innhold for å gjøre tilpasninger til de nye studentenes forkunnskaper. Det vurderes imidlertid at det vil være positivt å justere hvordan studentene arbeider med matematikken, for å få et sterkere innslag av aktiviteter som fremmer ferdigheter som samarbeid, problemløsning, og kommunikasjon.

I denne konteksten utvikles det i vårt prosjekt «Fagfornyelsen NT-fak» et sett med undervisningsressurser som skal brukes som en del av seminarene i MAT-1001 Kalkulus 1. Disse ressursene utvikles av studentassistenter under veiledning av oss, og baserer seg på «Thinking classroom»-rammeverket utviklet og beskrevet av Peter Liljedahl (se for eksempel (Liljedahl, 2016)). Her vil vi fokusere på to elementer av matematikkundervisning diskutert innen dette rammeverket: typen oppgaver studentene jobber med, og hvordan studentene jobber med disse oppgavene. I MAT-1001 ønsker vi at studentene skal jobbe med oppgaver som er autentiske i den forstand at de representerer hvordan man jobber som matematiker – vi ønsker oppgaver der studentene må engasjere seg i problemløsning, resonnering og argumentasjon. Videre er det innen «Thinking classroom»-rammeverket viktig at studentene jobber sammen i mindre grupper om å løse disse oppgavene, og forskningen til Liljedahl (2016) indikerer at hvis studentgruppene jobber stående rundt vertikale ikke-permanente skriveflater (som for eksempel små whiteboard-tavler) fører det til mer engasjement, mer diskusjon innad i gruppa og mer kunnskapsutveksling med de andre gruppene. Oppgavene som utvikles må dermed være egnet til å løses på en relativt liten skriveflate.

Målet er å utvikle oppgaver knyttet til de sentrale begrepene og metodene i faget, slik at seminarene hver uke vil inneholde minst én «Thinking classrooms»-aktivitet. Som tidligere nevnt er det veldokumentert at studenter kan oppleve overgangen fra matematikk i den videregående skolen til matematikk på universitetet som krevende, og en av diskontinuitetene som trekkes frem av Gueudet og Thomas (2020) er at universitetene tradisjonelt gir studentene færre muligheter til å engasjere seg i matematisk aktivitet innenfor den organiserte undervisningen. De planlagte «Thinking classrooms»-aktivitetene vil ikke bare gi studentene veiledet trening i matematiske kjerneaktiviteter som problemløsning, argumentasjon, resonnering og kommunikasjon, men også kunne bidra til formativ

vurdering ved at studentene kan være i dialog med hverandre og med underviseren om både sin forståelse av sentrale faglige begreper og sin kompetanse i å kommunisere egne ideer og resonneringer i matematikk. Det å inkludere «Thinking classrooms»-aktiviteter i seminarene kan dermed bidra til at studentene opplever en større grad av kontinuitet i matematikkfaget gjennom overgangen skole – universitet, og dette understøttes av at disse aktivitetene direkte vil kunne knyttes til de nye matematikklæreplanenes *kjerneelementer*, der «Utforskning og problemløsning», «Resonnering og argumentasjon» og «Representasjon og kommunikasjon» står sentralt (Utdanningsdirektoratet, 2020).

Som tidligere nevnt vil majoriteten av «Thinking classroom»-aktivitetene som utvikles til MAT-1001 også kunne brukes i andre kurs som baserer seg på temaer fra kalkulus, eksempelvis planlegges det å også inkludere slike aktiviteter i seminarene tilhørende et separat matematikkemne for bachelor ingeniørstudenter. Dermed vil dette utviklingsarbeidet kunne komme en svært stor del av begynnerstudentene i matematikk til gode.

3.3 Sannsynlighetsregning og statistikk

Med de nye læreplanene (LK20 Fagfornyelsen) er det som nevnt ingen kompetansemål i 1T, R1 eller R2 som eksplisitt refererer til kombinatorikk eller sannsynlighet, altså er en del kompetansemål som er knyttet til begynneremnene i statistikk på universitetet tatt ut. Når vi ser på matematikk S er riktignok både kombinatorikk og sannsynlighet nevnt som egne kompetansemål, og et mindre antall av våre studenter kan ha kombinasjonen S1-S2 som erstatning for R1. Per i dag krever imidlertid både ingeniør-, sivilingeniør-, og enkelte realfaglige bachelorstudier matematikk R2, slik at det for statistikkemner som inngår i disse studieprogrammene har vært viktig å vurdere om det er nødvendig å gjøre faglige tilpasninger etter innføringen av de nye læreplanene.

En gjennomgang av begynneremnene i statistikk viser at man i stor grad allerede har antatt at det er behov for å gjenta pensum fra videregående ved semesterstart for å sikre at alle stiller likt i undervisningen videre i semesteret. Grunnleggende kombinatorikk og sannsynlighet blir dermed allerede undervist i disse begynneremnene, og det kan derfor synes som det ikke er behov for å gjøre tilpasninger til de nye studentenes forkunnskaper. Vi vil imidlertid her trekke frem at med innføringen av de nye læreplanene vil studentene møte de grunnleggende begrepene fra kombinatorikk og sannsynlighetsteori for første gang på universitetet, og dette kan gjøre begynneremnene i statistikk mer krevende enn det som er tilfelle i dag.

For å bøte på denne potensielle utfordringen har vi gjennom prosjektet «Fagfornyelsen NT» fått utviklet automatisk rettede digitale tester (i R/exam) som studentene kan bruke for å øve seg på denne nye kunnskapen. Disse testene skal sikre at studentene tilegner seg minimumsforståelse og -ferdigheter som underviser så kan bygge videre på, og kan på den måten bidra til å redusere utfordringene studentene møter når de blir introdusert for helt nye og vanskelige begreper i statistikkemnet på universitetet. I sammenheng med disse testene vil vi også her påpeke at universitetets økte krav til autonomi og selvregulert læring har vært trukket frem som en potensiell utfordring i overgangen videregående skole-universitet (Blackmore et al., 2021). De automatisk rettede digitale testene gir studentene økt mulighet for bruk av de veldokumenterte effektive læringsstrategiene *selvtesting* og *spaced practise* (Dunlosky & Rawson, 2015), og kan støtte dem i å jobbe selvregulert med sin læring.

De digitale testene ble i utgangspunktet utviklet til emnet STA-1001 Statistikk og sannsynlighet, og ble pilotert i undervisningen våren 2022. Men en stor del av oppgavene vil også være relevante for det noe enklere brukerkurset i statistikk, og skal denne våren også implementeres der. Dermed vil dette utviklingsarbeidet gagne en svært stor del av studentene som tar introduksjonsemner i statistikk.

4 OPPSUMMERING OG AVSLUTTENDE REFLEKSJONER

Oppsummert har vi fått utviklet nye undervisnings- og læringsressurser til begynneremner i fysikk, matematikk og statistikk som alle inngår i første studieår av flere studieprogrammer ved Fakultet for naturvitenskap og teknologi, UiT. Vår intensjon med dette arbeidet har vært å trekke elementer av LK20 Fagfornyelsen inn i første studieår, med mål om at de nye studentene skal oppleve en større grad av kontinuitet i fagene gjennom overgangen skole - universitet. Dette inkluderer for det første at studentene i større grad enn tidligere skal møte arbeidsformer som gjenspeiler de nye læreplanenes fokus på programmering og modellering, samt kjerneelementer som problemløsning, argumentasjon, resonnering

og kommunikasjon. Videre inkluderer det mer bruk av formativ vurdering gjennom automatisk rettede digitale tester, noe som kan støtte studentene til å bruke dokumentert effektive læringsstrategier til å jobbe selvregulert med mange av de grunnleggende ferdighetene innen temaer som vi bygger videre på i begynneremnene ved universitetet.

Vår tilnærming er som nevnt inspirert av pedagogisk designforskning (Bjørndal, 2013), og vi er i en tidlig fase av arbeidet. Neste steg vil være å fortsette arbeidet med å implementere disse ressursene i undervisningen, evaluere hvordan de har fungert, og basert på denne evalueringen videreutvikle ressursene og/eller hvordan de integreres i emnene. Videre vil det være interessant å se på hvordan man kan videreføre utviklingsarbeidet til å inkludere emner studentene møter senere i sine studieprogrammer. Det sistnevnte er spesielt interessant i et arbeidslivsrelevans-perspektiv. Stortingsmeldingen «Utdanning for omstilling» (Meld. St. 16 (2020–2021)) tar nettopp for seg arbeidslivsrelevans i høyere utdanning, og trekker frem samarbeid, problemløsning, kommunikasjon, kritisk tenkning, digital kompetanse og bruk av læringsstrategier som sentrale ferdigheter (ofte kalt «21st century skills») for fremtidens samfunns- og arbeidsliv. I vårt prosjekt har vi dels utviklet undervisningsressurser som legger opp til at studentene skal jobbe aktivt med programmering, modellering, problemløsning samt å kommunisere sine resonnementer og strategier til andre, og dels utviklet ressurser som lar studentene erfare at selvtesting og spaced practise er effektive læringsstrategier. Det å integrere arbeid med slike «21st century skills» allerede i begynneremnene kan være et første steg mot å øke studieprogrammets arbeidslivsrelevans, men best effekt vil man få om dette arbeidet videreføres i emnene studentene møter senere i sine studieprogrammer.

REFERANSER

- Bjørndal, K. (2013). Pedagogisk designforskning. I M. Brekke & T. Tiller (Red.) *Læreren som forsker*, 245-259.
- Blackmore, C., Vitali, J., Ainscough, L., Langfield, T., & Colthorpe, K. (2021). A Review of Self-Regulated Learning and Self-Efficacy: The Key to Tertiary Transition in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM). *International Journal of Higher Education*, 10(3), 169-177.
- Brinkworth, R., McCann, B., Matthews, C., & Nordström, K. (2009). First year expectations and experiences: Student and teacher perspectives. *Higher Education*, 58(2), 157-173.
- Dunlosky, J., & Rawson, K. A. (2015). Practice tests, spaced practice, and successive relearning: Tips for classroom use and for guiding students' learning. *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 1(1), 72.
- Gueudet, G., & Thomas, M. O. (2020). Secondary-tertiary transition in mathematics education. *Encyclopedia of mathematics education*, 762-766.
- Liljedahl, P. (2016). Building thinking classrooms: Conditions for problem-solving. In *Posing and solving mathematical problems* (pp. 361-386). Springer, Cham.
- Ludvigsen, S., Elverhøi, P., Gundersen, E., Indregard, S., Ishaq, B., Kleven, K., & Øye, H. (2015). NOU 2015: 8 Fremtidens skole-Fornyelse av fag og kompetanser. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/no/dokumenter/nou-2015-8/id2417001>.
- Kunnskapsdepartementet (2019). Læreplan i matematikk fellesfag vg1 teoretisk (matematikk T). Fastsett som forskrift. <https://www.udir.no/lk20/mat09-01>
- Malthe-Sørenssen, A., Hjorth-Jensen, M., Langtangen, H. P., & Mørken, K. (2015). Integrasjon av beregninger i fysikkundervisningen. *Uniped*, 38(4), 303-310.
- Meld. St. 16 (2020–2021) Utdanning for omstilling. Økt arbeidslivsrelevans i høyere utdanning.
- Rønning, F. (2015). Innovativ utdanning i matematikk. *Uniped*, 38(4), 319-326.
- Utdanningsdirektoratet (2020). Læreplan i matematikk for realfag (matematikk R). Fastsett som forskrift. <https://www.udir.no/lk20/mat03-02>
- Utdanningsdirektoratet (2021). Læreplan i fysikk (FYS01-02). <https://www.udir.no/lk20/fys01-02>