



# MNT KONFERANSEN

## ARTIKKELSAMLING MNT-konferansen 2023



**U:R** Universitets-  
og høgskolerådet

Nasjonalt senter for  
**REALFAGSREKRUTTERING**



## Velkommen til MNT-Konferansen 2023!

MNT-konferansen er en av de største utdanningskonferansene i Norge innen MNT-feltet (matematikk, naturvitenskap og teknologi), med deltakere fra hele sektoren. Konferansen retter seg mot undervisere i MNT-fag på universitet og høyskole.

MNT-konferansen handler om utdanningskvalitet, og arrangeres hvert annet år. I 2023 setter vi søkelys på hvordan utdanningenes arbeidslivsrelevans kan styrkes, rekrutteringen økes og samhandlingen med arbeidslivet videreutvikles.

Tema for konferansen er «Utdanning for fremtidens arbeidsliv», med følgende undertema:

- Praksis i utdanningen og samarbeid med arbeidsliv og industri
- Hvordan bygge studieprogram for fremtiden? Hvordan vil rammeplan for ingeniørutdanningen se ut i fremtiden? Tverrfaglighet versus spesialisering, har vi bruk for spesialisten?
- Studentrekruttering og attraktive studiesteder: Hva motiverer studentene?
- Studentaktive lærings- og undervisningsformer
- Digital kompetanse og bruk av digital teknologi

Konferansen arrangeres av Universitets og høyskolerådet, UHR ved UHR-MNT, nasjonal fagstrategisk enhet for MNT-feltet, Nasjonalt senter for realfagsrekruttering, NSR og Universitet i Stavanger, UiS.



**UHR** Universitets-  
og høyskolerådet

Nasjonalt senter for  
**REALFAGSREKRUTTERING**

### Programkomite:

- Magne Sydnes, UiS
- Thomas Gjesteland, UiA
- Reidar Lyng, NTNU
- Carl Christian Thodesen, OsloMet
- Guro Rørvik, NSR
- Marit Wangen, NSR
- Silje Aase Wolff, NSR
- Ingeborg Nymoen, UiS

### Review-komite:

- Reidar Lyng, Redaktør for Nordic Journal of STEM Education
- Sehoya Cotner, UiB
- Carita Augustsson, UiS
- Bjørn Auestad, UiS
- Hirpa Lemu, UiS





# Grunnskolelæreres resultater på nasjonal eksamen i matematikk: betydningen av forkunnskaper

M. Haakens & H. Bråten, *NOKUT*

## SAMMENDRAG

### Bakgrunn

Matematikk er viktig i dagens samfunn og et av skolens kjernefag. Det er derfor bekymringsfullt at norske elever både i grunnskolen og i videregående skole presterer svakt i algebra. Tendensen med svake prestasjoner i algebra i grunn- og videregående skole ser vi også strekker seg videre inn i høyere utdanning, noe som uttrykt i svake resultater på nasjonal deleksamen i algebraisk tenkning for lærerstudenter.

### Hensikt

Utforske betydningen av kandidatens forkunnskaper på resultatene på nasjonal deleksamen i algebraisk tenkning for grunnskolelærerutdanningene (GLU) 1-7 og GLU 5-10.

### Metode

Studien benytter data fra nasjonal deleksamen for GLU 1-7 (n = 932) og GLU 5-10 (537). Prestasjoner fra videregående skole ble benyttet som mål på kandidatens forkunnskaper og analysene kontrollerer for kjønn og alder. Data ble analysert med separate flernivåanalyser per studieløp der studenter ble gruppert under campus.

### Resultater

Analysene viser at forkunnskapsvariablene karakterpoeng, studieretning, gjennomsnittskarakter i matte fra vgs. og type matematikk alle er betydningsfulle for kandidatens prestasjon på nasjonal deleksamen for både GLU 1-7 og GLU 5-10. Bakgrunnsvariablene kjønn og alder fremstår ubetydelig for studentenes karakterprestasjon i seg selv, men alder får et betydningsfullt og signifikant estimat når forkunnskap variablene inkluderes i den endelige modellen. De matematikkspesifikke variablene fremstår imidlertid særlig betydningsfulle for GLU 5-10. Modellen for GLU 5-10 forklarer også en betydelig større andel av variasjonen sammenliknet med GLU 1-7. GLU 5-10 har betydelig større gruppevariasjon sammenliknet med GLU 1-7, men forkunnskaper forklarer en stor andel av denne nivå 2 variasjonen.

### Konklusjon

Forkunnskaper i form av vgs. karaktersnitt, matematikksnitt, vgs. studieløp og type matematikk forklare en moderat andel av variasjonen i GLU 1-7 kandidatens prestasjon på nasjonal deleksamen i algebraisk tenkning. Betydningen av forkunnskaper er imidlertid større for kandidatene i studieløpet GLU 5-10 enn GLU 1-7. Samtidig gjenstår en del uforklart variasjon, noe som indikerer at andre variabler kan være av betydning for kandidatens prestasjon. Fremtidige studier bør derfor se utover forkunnskaper for å sikre en mer tilfredsstillende innsikt i studentenes prestasjon på nasjonal deleksamen. Dette fremstår særlig relevant for GLU 1-7 der forkunnskaper bare forklarer en moderat andel av variasjonen i kandidatens prestasjon.

## Bakgrunn

Matematikk er viktig i dagens samfunn og et av skolens kjernefag. I mange utdanninger og yrker er matematisk kompetanse avgjørende for å kunne utføre arbeidsoppgavene. Dette gjelder ikke bare aritmetikk, men også innenfor algebraisk tenkning. Det er derfor bekymringsfullt at norske elever både i grunnskolen og i videregående skole presterer svakt i algebra. Det er en negativ trend knyttet til elevers prestasjoner i algebra i grunnskolen, i motsetning til andre områder i matematikken hvor norske elever presterer relativt godt (Grønmo et al., 2017).

Den samme tendensen med svake prestasjoner i algebra i grunn- og videregående skole ser vi også for lærerstudenter. Grønmo & Onstad (2012, s.150 sitert i Grønmo et al., 2017, s.261-262) kaller den svake prestasjonen i algebra for det store problemet med matematikkutdanningen og understreker at dette gjelder helt inn i lærerutdanningen. De oppsummerer at «*resultatet på en relativ enkel algebraoppgave for lærerstudenter i alle norske utdanningsveiene gir grunn til bekymring*». Nedprioriteringen av algebra i norsk skole og i lærerutdanningene “*gir ytterligere grunn til bekymring*”<sup>1</sup>. De viser også til at mangel på kunnskap i algebra kan ligge bak frafall fra yrkesutdanninger i Norge.

At norske lærerstudenter presterer svakt i algebra ser vi også på NOKUTs nasjonale deleksamener for grunnskolelærerutdanningen. Her testes lærerstudenter kompetanse i algebraisk tenkning. Denne eksamenen inkluderer også didaktiske problemstillinger knyttet til å undervise i algebra i grunnskolen.

Andelen ikke bestått eksamen for grunnskolelærerstudenter (GLU) trinn 1-7 har fra høsten 2020 variert fra 38,4% høsten 2021 til 24,5% våren 2022, mens andelen av studenter med karakter A aldri har vært høyere enn 3,9 %. Resultatene er mer positivt for GLU 5-10 studentene hvor andelen studenter som ikke bestod eksamen ligger stabilt omkring 20%, men det er samme tendens med få studenter som presterer godt<sup>2</sup>.

Hva som er årsaken til de svake prestasjonene på nasjonal deleksamen i matematikk er ukjent, men med nasjonalt svake skoleprestasjoner i algebraisk tenkning er manglende forkunnskaper en mulig forklaring. Tidligere forskning har dokumentert at forkunnskaper er en sentral prediktor for fremtidig prestasjon i høyere utdanning i en rekke fag, inkludert matematiske fag (Thompson & Zamboanga, 2003; Hailikari, Nevgi & Komulainen, 2008; Derr, Hübl, & Ahmed, 2018; Kennedy, Coffrin, De Barba & Corrin, 2015; Beier & Ackerman, 2005; Hailikari, Katajavuori & Lindblom-Ylänne, 2008). Forkunnskaper fremstår spesielt betydningsfullt i matematiske fag der ytterligere kunnskap i stor grad bygger på tidligere forståelse av grunnleggende matematiske begreper. Svake forkunnskaper har også vært løftet av de som underviser matematikk for grunnskolelære som en utfordring (Kristensen 2022) samt av Norsk matematikkråd som har utviklet og gjennomfører forkunnskapstester.

Den nasjonale deleksamen for GLU tester imidlertid ikke bare lærerstudentenes forståelse av algebraisk tenkning på grunnskolenivå, men også didaktiske og metodiske aspekter som lærerstudentenes kompetanse til å kunne formidle algebraen gjennom ulike innfallsvinkler og kunne avdekke feil og misoppfatninger hos elever. Med vekt på både grunnskolematematikk og pedagogikk er det noe uklart hvor stor betydning forkunnskapene, spesielt matematikkforkunnskapene, til studentene har å si for deres resultater. Denne studien har derfor som hensikt å utforske betydningen av kandidatens forkunnskaper på resultatene på nasjonal deleksamen i algebraisk tenkning for grunnskolelærerutdanningene 1-7 og 5-10.

## Metode

NOKUT<sup>3</sup> gjennomfører nasjonale deleksamener i algebraisk tenkning for grunnskolelærerutdanningene, én for GLU 1-7 og én for GLU 5-10. Denne studien tar utgangspunkt i

---

<sup>1</sup> Grønmo et al. (2017) viser til data fra TIMSS (grunnskole), TIMSS Advanced (vgs.) og TEDS-M (lærerstudenter) og NMRs forkunnskapstester.

<sup>2</sup> Oversikt over de årlige resultatene finnes i vedlegg 1.

<sup>3</sup> NOKUT, Nasjonalt organ for kvalitet i utdanningen, som sikrer, utvikler og informere om kvalitet i utdanningen. Les mer om NOKUT her: <https://www.nokut.no/>

karakterdata fra de to nasjonale deleksamenen som ble gjennomført våren 2022. Eksamenene var 4 timers skriftlige eksamener. Det var mulig å oppnå maksimalt 25 poeng for GLU 1-7 og 32 poeng for GLU 5-10.

Eksamenssettene ble utviklet av to ulike eksamensgrupper som var sammensatt av fageksperter og erfarne undervisere fra ulike lærerutdanningsinstitusjoner i lys av felles læringsutbytter for emnet og eksamen<sup>4</sup>. Eksamen kvalitetssikres av en referansegruppe bestående av andre eksperter og erfarne undervisere i nasjonale vurderingsfelleskap. Eksamensbesvarelsene sensureres av et nasjonalt sensorkorps som ikke kjenner studentenes institusjonstilknytning. Sensorene har tilgjengelig en detaljert sensorveiledning som forteller hva slags type svar som er akseptabel for ulike poengsummer. Alle besvarelsene sensureres av to sensorer som på hver deloppgave må være enige om hvilken poengsum som kandidaten skal tildeles<sup>5</sup>.

De nasjonale datasettene med poeng og karakterdata ble koblet mot data om studentene som individer, hentet fra SIKT<sup>6</sup>, som blant annet kjønn, alder og opplysninger om videregående skole (vgs) som valg av retning, fordypning, karakterpoeng og karakter i matematikk.

Totalt gjennomførte 932 studenter i GLU 1-7 og 537 studenter i GLU 5-10 deleksamen i matematikk våren 2022. Kandidatene var fordelt på henholdsvis 21 og 20 campus mellom studieløpene. Etter kobling av datasettene og fjerning av campus med færre enn 5 kandidater besto datasettene av 814 kandidater fordelt på 15 campus for 1-7 og 494 kandidater fordelt på 18 campus for 5-10. Tabell 1 viser en oversikt over fordelingen av kandidater per campus.

Tabell 1. antall kandidater per studiested

GLU 1-7		Glu 5-10	
Nivå 2	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 1
Campus (institusjon)	Antall kandidater	Campus (institusjon)	Antall kandidater
Bergen (HVL)	34	Bergen (HVL)	48
Kristiansand (UIA)	93	Kristiansand (UiA)	54
Halden/Remmen (HiØ)	38	Halden/Remmen (HiOF)	23
Trondheim (NTNU)	178	Trondheim (NTNU)	71
Bodø (Nord)	14	Bodø (Nord)	13
Levanger (Nord)	47	Levanger (Nord)	28
Vestfold (USN)	24	Vestfold (USN)	17
Notodden (USN)	23	Notodden (USN)	17
Drammen (USN)	34	Drammen (USN)	13
Porsgrunn (USN)	17	Porsgrunn (USN)	17
Stavanger (UiS)	18	Stavanger (UiS)	43
Hamar (HiNN)	63	Hamar (HiNN)	21
Tromsø (UiT)	25	Tromsø (UiT)	24
Staffeldtsgate (NLA)	8	Staffeldtsgate (NLA)	40
Pilestredet (OsloMet)	198		
		Breistein, Bergen (NLA)	21
		Mo i Rana (Nord)	9
		Stord (HVL)	8
		Sogndal (HVL)	27
n = 15	n = 814	n = 18	n = 494

Vi benyttet en lineær flernivåanalyse med en hierarkisk struktur der kandidater ble gruppert under campuser. Forkunnskap ble operasjonalisert til generell kunnskap og mattespesifikk kunnskap fra videregående skole. Kandidatenes studieretning på vgs. (studiekompetanse/yrkesfag) ble også

<sup>4</sup> Se evt mer om detaljer <https://www.nokut.no/utdanningskvalitet/nasjonal-deleksamen/nasjonal-deleksamen-for-grunnskolelærerutdanningene-glu-17-og-510/>

<sup>5</sup> Eksamenssett for GLU 1-7 våren 2022 med sensorveiledning finnes her: [https://www.nokut.no/siteassets/nasjonal-deleksamen/grunnskolelærer/2022/sensorveiledning\\_glu-17\\_v22.pdf](https://www.nokut.no/siteassets/nasjonal-deleksamen/grunnskolelærer/2022/sensorveiledning_glu-17_v22.pdf)

Eksamenssett for GLU 5-10 våren 2022 med sensorveiledning finnes her: [https://www.nokut.no/siteassets/nasjonal-deleksamen/grunnskolelærer/2022/sensorveiledning\\_glu-510\\_v22.pdf](https://www.nokut.no/siteassets/nasjonal-deleksamen/grunnskolelærer/2022/sensorveiledning_glu-510_v22.pdf)

<sup>6</sup> SIKT - Kunnskapssektorens tjenesteleverandør som gir data. Les mer her: <https://sikt.no/>

inkludert da tidligere analyser har vist at dette kan være av betydning for prestasjon på en annen nasjonal deleksamen (Haakens, Karlsen & Bråten 2021). Den statistiske databehandlingen ble gjennomført i R versjon 4.2.2 med lme4 (Bates et al., 2015) og lmerTest (Kuznetsova et al., 2017).

## Resultater

Analysematerialet inneholder 87 prosent av kandidatene som gjennomførte eksamen 1-7 og 92 prosent for 5-10. Fordelingen mellom kjønn er relativt lik for GLU 5-10, mens det er en klar overvekt av kvinner blant studentene på GLU 1-7. Gjennomsnittsalderen ligger mellom 22 og 23 år for begge studieretningene, men det er noe større spredning i alder blant kandidatene på GLU 1-7.

Karakterprestasjonene fra videregående skole er relativt like mellom kullene med en svak favør til studentene på GLU 5-10. Retningen GLU 1-7 har imidlertid betydelig flere kandidater som kommer fra en yrkesfaglig retning i videregående. Det er derimot en betydelig høyere andel kandidater på GLU 5-10 som har R eller S i motsetning til P-matte fra vgs. sammenliknet med GLU 1-7.

Tabell 2. Deskriptiv statistikk

		GLU 1-7	GLU 5-10
	Forklaring	Prosent / Gjennomsnitt (SD)	Prosent / Gjennomsnitt (SD)
Kjønn	Menn	18,7 %	46,2 %
	Kvinner	81,3 %	53,8 %
Alder	År	22,9 (3,0)	22,1 (2,3)
Karakterpoeng vgs	Skala (20-60)	43,47 (5,4)	43,81 (5,7)
Studieretning	Studieforberedende	76,3 %	86,4 %
	Yrkesfag	23,7 %	13,6 %
Matematikk vgs	Gjennomsnitt	4,09 (0,9)	4,25 (0,9)
Type matte vgs	R eller S	27,0 %	42 %
	P	73,0 %	58 %

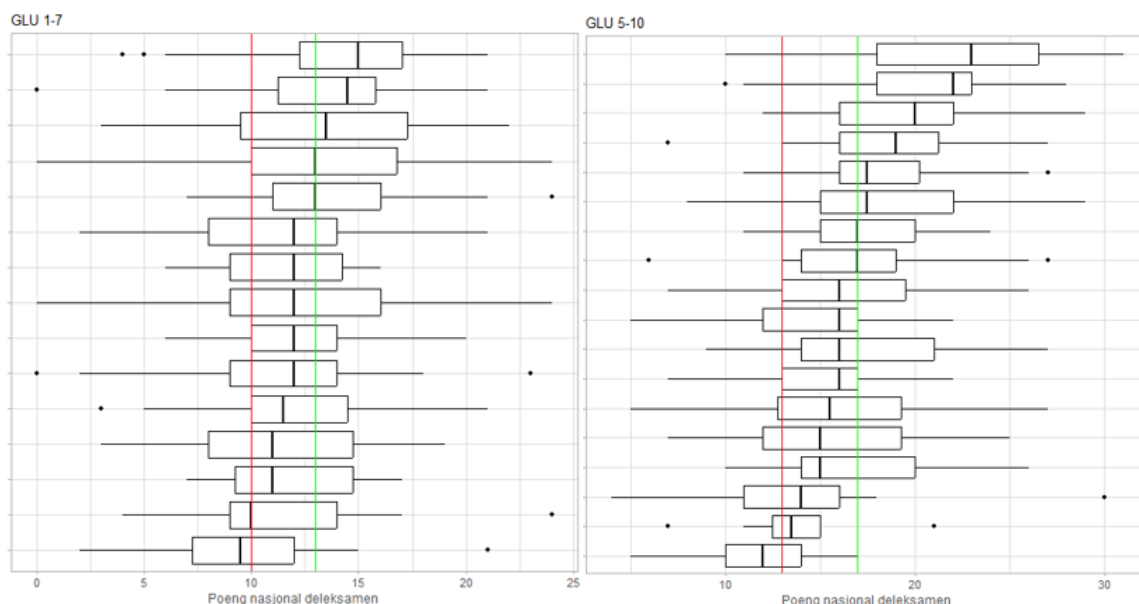
Tabell 3. Karakterfordeling.

Karakter	GLU 1-7	GLU 5-10
A	3,8%	6,3%
B	11,8%	9,3%
C	21,1%	26,7%
D	24,9%	29,8%
E	15,6%	11,7%
F	22,7%	16,2%
Gjennomsnitt poeng (sd)	12,9 (4,4)	17,7(5,3)
Poengskala	0-25	0-32
Grense for å stå	10 poeng	13 poeng

Kandidatene fikk en gjennomsnittlig poengsum på 12,9 poeng av 25 mulige og 17,7 poeng av 32 mulige for 1-7 og 5-10 respektivt. Vi minner om at 1-7 og 5-10 har forskjellige eksamener med ulike vurderingsskalaer som vist i tabell 2 slik at de ikke kan sammenliknes direkte. Karakterfordelingen for begge program er forskjøvet mot nedre del av karakterskalaen. GLU 1-7 gjør det imidlertid svakere på sin eksamen hvor 22,7 prosent av studentene ikke består eksamen mens tilsvarende del for GLU 5-10 studentene er 17,7 prosent.

Det er større variasjon mellom institusjonene og de ulike campusene på GLU 5-10 enn på GLU 1-7, som vi kan se illustrert av figur 1<sup>7</sup>. Strykprosenten på GLU 1-7 er høy for majoriteten av campusene, men noen få unntak, og vi ser en begrenset variasjon med en ICC på 0,064. GLU 5-10 studentene har betydelig høyere campusvariasjon med en ICC på 0,188 noe som gir en betydelig spredning i campus prestasjonene. Ved GLU 5-10 klarer to campuser å løfte over 75 prosent av studentmassen sin over medianskåre, mens flere har svært høy strykprosent.

<sup>7</sup> Boksplottet angir de ulike campusenes resultater i hhv. første og tredje kvartil (topp og bunn av boksen) hvor linjen inni boksen er medianen. Den grønne linjen viser hvordan den respektive campus forholder seg til den nasjonale median, mens den røde angir den nasjonale strykgrensen.



Figur 1. Bokplot poengsum på nasjonal deleksamen per campus (Strykgrense) (Median)

Flernivå analysen (tabell 4) viser at forkunnskapsvariablene karakterpoeng, studieretning, gjennomsnittskarakter i matematikk og type matematikk fra videregående skole har betydning for kandidatens prestasjon på nasjonal deleksamen for både GLU 1-7 og GLU 5-10.

Bakgrunnsvariablene kjønn og alder fremstår ubetydelig for studentenes karakterprestasjon i seg selv, men alder får et betydningsfullt og signifikant estimat når forkunnskap variablene inkluderes i den endelige modellen.

Tabell 4. Flernivå analyse poengsum nasjonal deleksamen

	Forklaring	GLU 1-7 (KI)	GLU 5-10 (KI)
Kjønn	Mann	0.37 (-0.38 - 1.13)	0.26 (-0.60 - 1.07)
Alder	Sentrert til 20 år	0.19 (0.10 - 0.29)***	0.30 (0.11 - 0.49)**
Karakterpoeng vgs	GMC	0.25 (0.18 - 0.31) ***	0.25 (0.16 - 0.35)***
Studieretning	Studieforberedende	1.00 (0.35 - 1.62)**	1.29 (0.12 - 2.60)*
	Yrkesfag	Referanse	Referanse
Matematikk vgs	Gjennomsnittskarakter	0.64 (0.19 - 1.12)**	1.02 (0.37 - 1.78)**
Type matematikk vgs	R eller S	2.82 (2.10 - 3.60)***	3.71 (2.82 - 4.57) ***
	P	Referanse	Referanse
Type matte*Matte vgs	Interaksjon	0.67 ( -0.06 - 1.43) [*]	1.57 (0.67 - 2.41) ***
ICC	Adjusted/unadjusted	0,039 / 0,032	0,081 / 0,055
R2	Conditional/marginal	0,218 / 0,187	0,374 / 0,319

REML, KI estimert med parametriske bootstrapping, p verdier basert på Satterwaites metode, \*\*\* = <0,001, \*\* = <0,01, \* = <0,05, [\*] = <0,1.

Fordypning i matematikk på videregående (R eller S vs. P-matte), viser seg å være av avgjørende betydning, særlig for GLU 5-10. Det er også en interaksjon mellom type matematikk (R eller S og P matte) og gjennomsnittskarakteren i matte fra vgs. Interaksjonen er ikke signifikant for 1-7 med en p-verdi på 0,069 (Satterwaite), men signifikant for 5-10. Forkunnskaper forklarer en betydelig andel av variasjonen i 5-10 samt over to tredeler av campus variasjonen (nivå 2).

## Diskusjon

Oppsummert viser analysene at forkunnskaper er av betydning for studenters prestasjon på de nasjonale deleksamenene i matematikk. Effekten av forkunnskaper er imidlertid større for GLU 5-10 studentene enn for studentene på GLU 1-7. Studentene på GLU 5-10 ser ut til å få spesielt stor gevinst av tidligere mattespesifikke forkunnskaper. Forkunnskaper forklarer også en stor andel av variasjonen

som observeres mellom institusjonene og campusene på GLU 5-10. Funnet om forkunnskapers betydning for kandidatenes fremtidige prestasjon er i samsvar med tidligere forskning (Thompson & Zamboanga, 2003; Hailikari, Nevgi & Komulainen, 2008; Derr, Hübl, & Ahmed, 2018; Kennedy, Coffrin, De Barba & Corrin, 2015; Beier & Ackerman, 2005; Hailikari, Katajavuori & Lindblom-Ylänne, 2008).

Samtidig gjenstår det betydelig andel uforklart variasjon. Variasjon i forkunnskaper fremstår kun som en brikke i en større helhet for å forklare variasjonen i resultatene. Ytterligere kunnskap om effekten av læringsmiljø, undervisningsmetoder og emne- og programdesign på kandidatenes resultater vil være av stor interesse for å få mer kunnskap om årsakene til resultatene. Analysene våre kan ikke si noe direkte om dette, men de viser at en stor del av variasjonen som observeres mellom campusene kan forklares av forkunnskap. Dette funnet er imidlertid krevende å tolke i mangel på informasjon om hvordan campusene varierer på andre måter.

Det er også interessant at høy forkunnskap igjennom for eksempel S eller R matematikk er så betydningsfullt for prestasjon på nasjonal deleksamen, spesielt for GLU 1-7. Dette er kunnskap som skal ligge langt over nivået som skal undervises slik at en kunne teoretisk tenkt at effekten av forkunnskaper skal flate ut på de høyeste nivåene da ytterligere kunnskap er overflødig. Dette er ikke tilfellet, i hvert fall ikke på disse nivåene av kunnskap. En mulig forklaring på dette kan være at kunnskap om mer komplekse matematiske fenomener gir en bedre helhetlig forståelse av teori som kan åpne for flere pedagogiske muligheter, ulike inngangsvinkler og tilnærminger til å undervise algebra. Alternativt kan en forklaring være at de med P-matte kun har hatt matematikk første året i videregående, og muligens har glemt mer enn de som har R og S-matte som da ligger nærmere i tid. Gjennom lærerutdanningen bør derfor lærerstudentene få erfaring med et bredt spekter av innfallsvinkler til algebra. Dette inkluderer erfaring med misoppfatninger i algebra, ulike tilnærminger til å undervise i algebra, ulike måter å representere algebra og hvordan algebra kan introduseres på barnetrinnet.

En alternativ forklaring er at mer utfordrende matematikk-kurs er assosiert mot andre betydningsfulle faktorer som for eksempel motivasjon for matematikk. Slike sammenhenger belyser en viktig metodisk betraktning om hvorvidt variablene som brukes for å operasjonalisere forkunnskap faktisk reflekterer en kandidats forkunnskap på en adekvat måte. Som et mål på kunnskap er vgs. prestasjoner relatert til forkunnskap, men uten et svært detaljert datamaterialet som kan kontrollere for andre aspekter som motivasjon, læringsmetoder, intelligens er det vanskelig å slå fast hvor mye av forkunnskaps aspektet som faktisk relateres til kunnskap og ikke omliggende faktorer.

Studien har imidlertid inkludert vgs.-poeng som en del av operasjonaliseringen av forkunnskap da eksamen omhandler mer enn matematikk. Samtidig kunne en ha sett på vgs.-poeng som en proksiv variabel for en kandidats evner slik ACT-skårer er brukt i Thompson & Zamboanga (2004). Med en slik tilnærming lar analysen en vurdere matematikkspesifikk forkunnskap kontrollert for kandidatenes evner noe som styrker dette funnet og underbygger betydningen av matematiske forkunnskaper. Det løser imidlertid ikke utfordringen knyttet til sammenhengen mellom vgs. matematikk prestasjon og matematikk motivasjon.

En annen svakhet er at det er benyttet poengsum som kontinuerlig avhengig variabel. Poengsettingen på eksamener gjøres etter kriterier og erfaring, men det er ikke gitt at avstanden mellom 4-5 og 20-21 er lik. En ikke lineær skala kan føre til noe upresise estimater. Studien er imidlertid styrket av et godt datagrunnlag med utgangspunkt komplette data over hele populasjonen igjennom nasjonal deleksamen. Registerdata fra SIKT er også relativt komplett. Totalt inngikk 87,3 prosent av populasjonen for 1-7 og 92 prosent av populasjonen for 5-10 i analysene.

## Konklusjon

Forkunnskaper i form av karaktersnitt fra videregående, matematikksnitt, vgs. studieløp og type matematikk forklare en moderat andel av variasjonen i 1-7 kandidatenes prestasjon på nasjonal deleksamen i algebraisk tenkning. Betydningen av forkunnskaper er imidlertid større for kandidatene i studieløpet 5-10. Samtidig gjenstår en del uforklart variasjon, noe som indikerer at andre variabler kan være av betydning for kandidatenes prestasjon. Fremtidige studier bør derfor se utover forkunnskaper for å sikre en mer tilfredsstillende innsikt i studentenes prestasjon på nasjonal deleksamen. Dette

fremstår særlig relevant for 1-7 der forkunnskaper bare forklarer en moderat andel av variasjonen i kandidatenes prestasjon.

## Takk

Vi vil takke førsteamanuensis Øystein Guttersrud for grunnidéer til analysen og en stor takk til førsteamanuensis Per Sigurd Hundeland for konstruktive innspill til utkast og analysen.

## Referanser

- Bates D, Mächler M, Bolker B, Walker S (2015). "Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4." *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. doi:10.18637/jss.v067.i01.
- Beier, M. E., & Ackerman, P. L. (2005). Age, ability, and the role of prior knowledge on the acquisition of new domain knowledge: promising results in a real-world learning environment. *Psychology and aging*, 20(2), 341.
- Borge, I.C. & Hole, A. (2017). Et universitetsperspektiv på matematikk i TIMSS Advanced I L.S. Grønmo & A. Hole (Red.), *Prioritering og progresjon i skolematematikken. En nøkkel til å lykkes i realfag. Analyser av data fra TIMSS Advanced og TIMSS* (s.239-256). Cappelen Damm Akademisk. <https://press.nordicopenaccess.no/index.php/noasp/catalog/book/26>
- Derr, K., Hübl, R., & Ahmed, M. Z. (2018). Prior knowledge in mathematics and study success in engineering: informational value of learner data collected from a web-based pre-course. *European Journal of Engineering Education*, 43(6), 911-926.
- Grønmo, L. S. (2017). Et matematikdidaktisk perspektiv. I L.S. Grønmo & A. Hole (Red.), *Prioritering og progresjon i skolematematikken. En nøkkel til å lykkes i realfag. Analyser av data fra TIMSS Advanced og TIMSS* (s.54-62). Cappelen Damm Akademisk. <https://press.nordicopenaccess.no/index.php/noasp/catalog/book/26>
- Grønmo, L.S, Hole, A. & Borge, I.C. (2017). Oppsummering og drøfting av hovedfunn. L.S. Grønmo & A. Hole (Red.), *Prioritering og progresjon i skolematematikken. En nøkkel til å lykkes i realfag. Analyser av data fra TIMSS Advanced og TIMSS* (s. 257-269). Cappelen Damm Akademisk. <https://press.nordicopenaccess.no/index.php/noasp/catalog/book/26>
- Hailikari, T., Katajavuori, N., &
- Lindblom-Ylänne, S. (2008). The relevance of prior knowledge in learning and instructional design. *American journal of pharmaceutical education*, 72(5).
- Hailikari, T., Nevgi, A., & Komulainen, E. (2008). Academic self-beliefs and prior knowledge as predictors of student achievement in Mathematics: A structural model. *Educational psychology*, 28(1), 59-71.
- Haakens, M., Karlsen, H. & Bråten, H. (2021). *Resultater på nasjonal deleksamen i anatomi, fysiologi og biokjemi: Gode studenter eller gode studieprogrammer?* NOKUT. [https://www.nokut.no/globalassets/nokut/rapporter/ua/2021/resultater-pa-nd-i-anatomi-fysiologi-og-biokjemi\\_gode-studenter-eller-gode-studieprogrammer\\_4-2021.pdf](https://www.nokut.no/globalassets/nokut/rapporter/ua/2021/resultater-pa-nd-i-anatomi-fysiologi-og-biokjemi_gode-studenter-eller-gode-studieprogrammer_4-2021.pdf)
- Kennedy, G., Coffrin, C., De Barba, P., & Corrin, L. (2015, March). Predicting success: how learners' prior knowledge, skills and activities predict MOOC performance. In *Proceedings of the fifth international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 136-140).
- Kristensen, M.S. (2022, 19.-21. september). *Lærerstudenters forkunnskap i matematikk*. [Paperpresentasjon]. KLæM 22. Konferanse for lærerutdannere i matematikk. <https://www.uia.no/content/download/160675/2498405/file/Morten%20S%C3%B8yland%20Kristensen,%20UiS:%20L%C3%A6rerstudenters%20forkunnskap%20i%20matematikk.pdf>

- Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B. and Christensen, R. H. B. (2017). "lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models." *Journal of Statistical Software*, 82(13), pp. 1–26.
- Thompson, R. A. & Zamboanga, B. L. (2003). Prior knowledge and its relevance to student achievement in introduction to psychology. *Teaching of Psychology*, 30(2), 96-101.
- Thompson, R. A. & Zamboanga, B. L. (2004). Academic aptitude and prior knowledge as predictors of student achievement in introduction to psychology. *Journal of educational psychology*, 96(4), 778.



# What challenges do students face in introductory STEM courses, and how can instructors help?

S.S. Bolland<sup>1</sup>, E.C. Rønning<sup>2</sup>, T.T. Try<sup>2</sup>, S.H. Cotner<sup>3</sup>, K.B. Daae<sup>2</sup> and M.S. Glessmer<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>*Department of Informatics, University of Bergen*

<sup>2</sup>*Geophysical Institute, University of Bergen*

<sup>3</sup>*Department of Biological Sciences, University of Bergen*

<sup>4</sup>*Center for Engineering Education, Lund University*

**ABSTRACT:** We focus here on the role of belonging in introductory STEM, especially as it may impact student performance and intention to remain in the discipline. Specifically, doubts about belonging in the classroom are often shouldered disproportionately by students from marginalized groups, which can lead to underperformance and may explain the attrition of, for example, women in the STEM pathway [2]. To complement ongoing research on belonging [4], and because belonging is linked to how students perceive and manage academic challenges, we conducted a study on self-reported challenges, along with coping strategies, in introductory-STEM students at the University of Bergen. Specifically, we surveyed students in an introductory computer science course (n=176), taken by all undergraduates at the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, about their anticipated challenges, asking them to respond to a single open-ended question: *Today, we'd like each of you to reflect on some of the concerns you may have about taking this course. What do you think will be difficult or challenging for you?*

We used inductive coding to categorize student responses and group these categories into broader themes. For example, a student reporting that *I worry that I will not understand anything* was categorized as "comprehension". Another quote *Worried about coding badly and not keeping up with the rest of the class* was categorized as "afraid of falling behind." Our findings are informative and, in a sense, encouraging, as many of the student concerns can be mitigated by instructional choices. We conclude with an example of how instructor behaviours can alleviate some common student concerns in introductory science courses.

## 1 INTRODUCTION

As teachers in higher education we want to provide an equitable learning environment that results in low attrition, high performance and course satisfaction for all students. Introductory courses especially are faced with the task of presenting the discipline and helping students decide whether to continue in that field. Because prior work in disparate fields has documented meaningful relationships between student affect (e.g., self-efficacy, sense of belonging, test anxiety) and outcomes (e.g., performance, retention), and because student affect can be malleable (and subject to instructional choices), further exploration is warranted. Specifically, we focus here on sense of belonging in introductory computer science.

Student sense of belonging has long been a topic of education research and how it affects student learning in terms of attrition, performance, engagement and self-efficacy. In the field of computer science a student's sense of belonging has been linked to a student's *perception* of one's ability, possibly more so than actual *performance* [7], echoing findings from fields such as math [3], engineering [8], and science in general [5]. Because belonging involves how students interpret and manage challenges, recent belonging studies have focused on student perceptions of challenges in their courses. As part of an ongoing replication study of [4] in a Norwegian context, students in a first-semester computer science course wrote down their anticipated challenges for the course. Our rationale was that, by understanding student perceptions of challenges, instructors can make instructional choices that aim to mitigate some of these concerns, thus helping to bolster sense of belonging and subsequent performance, disciplinary identity, and retention.

## 2 STUDY CONTEXT

*Introduction to programming* (INF100) teaches basic Python<sup>1</sup> programming. The subject is mandatory for all students at the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, and the course enrolled 680 in the Fall 2022 semester. The course emphasizes groupwork sessions with programming exercises, and less focus on conventional lecturing. Each week is composed of a two-hour lecture and two group sessions where the students receive aid from group leaders<sup>2</sup> to complete the assignment of the week. To partake in the final exam (and finish the course) students must pass a number of weekly assignments throughout the whole semester. The survey we describe was conducted two days after the deadline of the first weekly assignment. At the time the policy was that students had to pass 7 out of 11 assignments to take the final exam, but this was reduced about a month into the semester. When reporting their challenges and issues for the course the students were informed of the 7 out of 11 rule.

Table 1. Answers to the prompt "How would you rate your programming ability in Python?" ( $n=436$ ).

	%
Have not programmed before	50.69%
(1) Know a little	27.98%
(2)	12.16%
(3)	7.57%
(4)	1.61%
(5) Skilled	0.00%
<b>Mean score</b>	<b>1.65 / 5.0</b>

INF100 is for many students the first step into the world of computer science. The majority of students taking the course are starting their first semester in higher education, but one can find courses with programming in high school and lower. A survey issued in the first week of the course to map the prior programming knowledge of the students shows that 50.69% of students have never done any programming. The remaining 49.31% where asked to rate their proficiency in Python using a 5-point Likert scale (*Table 1*). Although nearly half of the students had coded before, the extent of their knowledge and experience was fairly limited, with a mean Likert score of 1.65 out of 5. Specifically knowledge of programming in Python was limited as only 36.47% students had experience with this language.

## 3 METHODOLOGY

The students were given a sheet of paper with the prompt "Today, we'd like each of you to reflect on some of the concerns you may have about taking this course. What do you think will be difficult or challenging for you?". This prompt mirrors that used in [4] and [1], and was part of a larger study on student belonging in introductory-STEM courses. Students had 10 minutes to write before the sheets were collected. No phone or computer was allowed at the table during this time.

The responses from the students were transcribed and inductively coded [6] to group the concerns and challenges. A random sample of 30 responses was selected and categorized by two authors separately. When finished these were compared and a final set of categories were agreed upon, and then the remaining responses were assigned to these final categories. One response could be placed under several categories. All materials and responses have been translated from Norwegian.

## 4 RESULTS

The coded answers can be found in *Table 2*.

<sup>1</sup> <https://www.python.org/>

<sup>2</sup> A group leader is a student studying a bachelor or masters, who has a paid part time position in a course which they finished one or more years earlier.

Table 2. Coded answers from challenges prompt (n=176).

Challenges	n	%
Mandatory assignments	70	39.77%
Comprehension	60	34.09%
Programming language	49	27.84%
Little/no experience with programming	43	24.43%
Difficulty in self-study	38	21.59%
Deviation between theory and practice (lecture and assignments)	36	20.45%
Moving forward too quickly	32	18.18%
The curriculum is too hard	27	15.34%
Afraid of falling behind (the class)	24	13.64%
Steep learning curve	23	13.07%
The exam / failing	23	13.07%
Hard to find/use resources	20	11.36%
Advice/suggestions for teaching	17	9.66%
General concern for the subject	14	7.95%
The lecturers expectations	14	7.95%
Workload does not match the allotted time	13	7.39%
The math/logic part of programming	12	6.81%
Hard to get help	10	5.68%
Study technique	7	3.98%
No worries	6	3.41%
Issues with group sessions/leaders	6	3.41%

Of these challenges we focus our discussion on those that 10% or more of the students report, as these are the main concerns. The sum of students for each category is 544 which shows that many students expressed concerns that could be assigned to multiple categories.

The most common concern expressed by the participating students was *Mandatory assignments* (70 out of 176 student responses, or 39.77%). For example, two individuals wrote:

*"Far too many difficult questions on the weekly assignments, which you cannot solve alone either."*

*"Difficult to understand what the assignment is completely asking for, what is challenging is that there are submissions every week which makes it difficult to keep up."*

The first assignment<sup>3</sup> (which was due two days before these submissions) required the student to utilize the basics of the following programming concepts:

- Printing
- Reading input
- Conditionals
- Standard functions
- Custom functions

As there are no prerequisites for this course the students were expected to be able to solve these tasks after one week of study with no prior programming experience. This is considered a challenging task for new students. The course instructors plan was to start off with a heavy work load and slow down later in the semester, a plan that was not communicated to the students.

---

<sup>3</sup> The first INF100 assignment can be found here: <https://inf100h22.stromme.me/lab/1/>

Many of the other categories also relate to the difficulty of the course and the perceived performance of the students. Note that many of the comments below were assigned to multiple categories, but are shared here as exemplars for single categories.

**Comprehension:** 34.09%

*"I am worried about looking too much at the solution and not understanding fundamental elements. I am worried about failing the course"*

**Programming language:** 27.84%

*"I think the content will be difficult because I have never programmed. Most of it seems Greek. In addition, it takes very little for a program to crash, and it is difficult to discover what is wrong."*

**Little/no experience in programming:** 24.43%

*"I have no previous experience with programming. Worried about not being able to find a solution on my own. Worried about dropping out from the start"*

**Difficulty of self-study:** 21.59%

*"I am most concerned about the subject's content because that I have no prior knowledge, and already notice that I understand very little. I also don't quite know how to work and do tasks on my own when I don't understand the tasks."*

**Deviation between theory and practice (lecture and assignments):** 20.45%

*"That the lectures do not deal with things in the submissions."*

**Moving forward too quickly:** 18.18%

*"The challenges are that we move forward very quickly. Difficult to understand without prior knowledge of the subject."*

**The curriculum is too hard:** 15.34%

*"My worries: that I'm not smart enough, the material is a lot and we rush through it."*

**Afraid of falling behind (the class):** 13.64%

*"Worried about coding badly and not keeping up with the rest of the class."*

**Steep learning curve:** 13.07%

*"The amount of material one must go through in a short time. The learning curve is so steep for the time you have at your disposal. Low learning outcomes from the lectures."*

**The exam / failing:** 13.07%

*"My worries are that I won't be able to code well enough for the exam. I'm worried that the material will be too difficult and that I won't learn anything. The learning curve has been quite steep so far and I'm worried that it will get even steeper."*

**Hard to find/use resources:** 11.36%

*"I think it can be difficult to know where I can find help in the resources we have been given, that I don't know where to look. It is also a little difficult to get to grips with python as I have not used it before."*

## 5 DISCUSSION & CONCLUSION

Many of the reported challenges among the students pertain to the difficulty of the material, stating that the course is too hard. This might instill a feeling of inadequacy, a supposition supported by comments about personal shortcomings (lack of preparation, not being smart enough, not being able to keep up with the rest of the class). We realize that some of these student concerns might have been exacerbated by the timing of the survey (immediately after the first difficult assignment was due), however these

themes are consistent with student concerns expressed in other studies and we suspect future work will show similar responses, regardless of timing.

*"My worries: that I'm not smart enough, there is a lot of material and we rush through it."*

Fortunately, evidence-based instructional choices can mitigate some of these concerns. Prior work in the United States ([4, 1]) has demonstrated that brief, early-term interventions can have tractable benefits for students. For example, both [4] and [1] document significant benefits from a short exercise in which students discuss their concerns about the upcoming course, drawing from sample (fabricated) statements from prior students in the course. The aim of this ecological belonging intervention is for students to internalize that course challenges are temporary, normal, and surmountable, providing students with the mental tools to handle challenges proactively. Future work will aim to contextualize this intervention beyond the United States.

## 5.1 Future work

We aim to repeat the study in another iteration of the course, but this time we intend to collect personal information about the respondents to link their challenges with performance, gender and background. In addition, we would like to track these worries throughout the semester, surveying the students multiple times to differentiate between common start-of-semester challenges and those that persist. Finally, we plan to replicate the intervention documented in [4], to see if similar benefits are experienced in a Scandinavian, computer-science setting.

## REFERENCES

1. Binning, K.R., Kaufmann, N., McGreevy, E.M., Fotuhi, O., Chen, S., Marshman, E., Kalender, Z.Y., Limeri, L., Betancur, L., Singh, C.: Changing social contexts to foster equity in college science courses: An ecological-belonging intervention. *Psychological Science* **31**(9), 1059–1070 (2020)
2. Cohen, G.L., Garcia, J.: Identity, belonging, and achievement: A model, interventions, implications. *Current directions in psychological science* **17**(6), 365–369 (2008)
3. Good, C., Rattan, A., Dweck, C.S.: Why do women opt out? sense of belonging and women's representation in mathematics. *Journal of personality and social psychology* **102**(4), 700 (2012)
4. Hammarlund, S.P., Scott, C., Binning, K.R., Cotner, S.: Context matters: How an ecological-belonging intervention can reduce inequities in stem. *BioScience* **72**(4), 387–396 (2022)
5. Rainey, K., Dancy, M., Mickelson, R., Stearns, E., Moller, S.: Race and gender differences in how sense of belonging influences decisions to major in stem. *International journal of STEM education* **5**(1), 1–14 (2018)
6. Thomas, D.R.: A general inductive approach for qualitative data analysis (2003)
7. Veilleux, N., Bates, R., Allendoerfer, C., Jones, D., Crawford, J., Floyd Smith, T.: The relationship between belonging and ability in computer science. In: *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education*. pp. 65–70 (2013)
8. Walton, G.M., Logel, C., Peach, J.M., Spencer, S.J., Zanna, M.P.: Two brief interventions to mitigate a chilly climate transform womens experience, relationships, and achievement in engineering. *Journal of Educational Psychology* **107**(2), 468 (2015)

# Automatisk rettet eksamen i generell kjemi

M. T. P. Beerepoot & J. A. Kosonen

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

**SAMMENDRAG:** En god avsluttende eksamen vurderer i hvilken grad intendert læringsutbytte har blitt oppnådd på en nøye, objektiv og reproducerbar måte. Det er imidlertid lite tilfredsstillende hvis en faglærer bruker mye tid på vurdering *av* læring framfor vurdering *for* læring underveis i semesteret. Derfor kan det være attraktivt å utforske muligheter med en digital automatisk rettet eksamen, spesielt i emner med mange studenter. I dette bidraget beskriver vi hvorfor og hvordan vi har lagt om en eksamen i et emne i generell kjemi fra en sekstimers bruk-og-kast-eksamen på papir til en tretimers gjenbrukbar automatisk rettet digital eksamen. Vi drøfter også fordeler og ulemper med å bruke en slik eksamen som skoleeksamen eller hjemmeeksamen, systematisk kvalitetssikring av eksamensoppgavene, og spørsmål knyttet til sensorens rolle i sensur av en automatisk rettet eksamen.

**NØKKEORD:** Digital eksamen, kjemi, hjemmeeksamen, skoleeksamen, kvalitetssikring

## 1 INTRODUKSJON

En god avsluttende eksamen vurderer i hvilken grad intendert læringsutbytte har blitt oppnådd på en nøye, objektiv og reproducerbar måte. Et ønske om å bruke mest mulig av faglærerens tid på vurdering *for* læring kan gjøre det attraktivt å utforske muligheter med en digital automatisk rettet eksamen, spesielt i emner med mange studenter. En slik eksamen stiller ekstra høye krav til kvalitet på spørsmålene og kan gi utfordringer med for eksempel fusk og overfladisk læring blant studentene (Denyer & Hancock, 2002). Disse utfordringene er overkommelige og det finnes gode hjelpemidler til å lage gode spørsmål (Towns, 2014) og for å unngå ureglementert samarbeid og bruk av hjelpemidler (Nguyen et al., 2020).

Eksamenen i KJE-1001 Introduksjon til kjemi og kjemisk biologi har lenge vært en sekstimers skriftlig skoleeksamen på papir. Eksamen besto av 20 deloppgaver der hver deloppgave for hver av de cirka 200 studentene ble manuelt rettet av en faglærer og skåret på en skala fra 0 til 5 poeng. Prosessen med skriving og kvalitetssikring av eksamensoppgavene startet på nytt hvert år. Flere personer bidro vanligvis med oppgaver og én faglærer forsøkte å sette sammen en eksamen som var balansert, feilfri og med cirka samme vanskelighetsgrad som i tidligere år. Studentene fikk ikke lov å bruke boka eller andre hjelpemidler under eksamen, med unntak av et ark med egne notater, en kalkulator og periodesystemet. Eksamenssensur ble utført av vanligvis tre faglærere rett før, i og rett etter juleferien slik at studentene først fikk eksamensresultat tre til fire uker etter eksamen. Et mindretall av studentene ba om begrunnelse av eksamensresultat, men de aller fleste fikk i praksis bare slutt karakter som tilbakemelding. Tidligere eksamensoppgaver med løsningsforslag ble gjort tilgjengelig til studentene for øvelse.

Høsten 2020 ble eksamensformen lagt om til en digital automatisk rettet eksamen på tre timer. Følgende prinsipper var førende i utvikling av den nye eksamenen, som kan brukes som (digital) skoleeksamen eller som hjemmeeksamen:

1. Faglæreren skal kunne prioritere vurdering *for* læring på bekostning av utvikling av en bruk-og-kast-eksamen og vurdering *av* læring etter gjennomføring av eksamen. Faglærere og sensorene skal ikke lenger bruke juleferien for å sensurere eksamenen.
2. Eksamen skal være forutsigbar, rett på læringsmålene i emnet og samstemt med øvelsestester og obligatoriske tester i løpet av semesteret slik at eksamensformen oppfordrer til øvelse og læring. Det skal være lov å bruke hjelpemidler på eksamen og i testene i løpet av semesteret, akkurat som i anvendelse av den oppnådde kunnskapen etterpå.
3. Studentene må vise at de mestrer *alle* intenderte læringsmål for å få adgang til eksamen. Studentene som har bestått arbeidskravene uten fusk skal kunne bestå eksamen.

Målet med dette bidraget er å beskrive den nye eksamensformen, samt å drøfte fordeler og ulemper med å bruke en slik eksamen som skoleeksamen eller hjemmeeksamen, systematisk kvalitetssikring av eksamensoppgavene, og spørsmål knyttet til sensorens rolle i sensur av en automatisk rettet eksamen.

## 2 METODE

### 2.1 Beskrivelse av emnet

KJE-1001 Introduksjon til kjemi og kjemisk biologi (10 studiepoeng) er et obligatorisk emne i over ti studieprogram ved tre ulike fakulteter. Emnet gis på høsten og de fleste studenter tar emnet i første semester. Emneinnholdet er fordelt over 14 moduler/uker med fire til seks læringsmål per modul. Hver uke har studentene to til tre timer med pollbasert fellesundervisning (Coucheron & Beerepoot, 2023) og to timer med seminarundervisning med gruppediskusjon basert på begrepsoppgaver (Netland et al., 2018). For å få adgang til eksamen må studentene ha bestått tre arbeidskrav: 1) laboratoriekurs, 2) oppmøte på minst 10 av 14 seminarer og 3) minst 10 av 12 poeng på begge innleveringene og alle fem obligatoriske automatisk rettede tester. Innleveringene blir rettet manuelt og tester læringsmål som ikke kan bli vurdert gjennom automatisk rettede tester (f.eks. å tegne, å forklare). Studenter som tar emnet på nytt må kun bestå det tredje arbeidskravet på nytt. Emnet legger opp til bruk av dokumentert effektive læringsstrategier og studentene har blant annet tilgang til en digital øvelsestest for hver modul, der studentene får ulike spørsmål hver gang de tar testen (Beerepoot, 2022).

### 2.2 Beskrivelse av eksamenen

Den digitale gjenbrukbare eksamenen på tre timer er utformet i programmet WISEflow og består av tre oppgavetyper som alle kan rettes automatisk:

1. **Flervalgsoppgaver** med vanligvis tre eller fire svaralternativer (Townes, 2014). Eksempel: «Bestem hvilket av følgende molekyler har høyest kokepunkt ut fra type og styrke av intermolekylære krefter» med svaralternativene for én av variantene:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  og  $\text{H}_2\text{Te}$ . Oppgaven gir to poeng.
2. **Matriseoppgaver** med vanligvis tre til fem rader og to til tre kolonner. Eksempel: «Bestem om følgende redoksreaksjoner er spontane prosesser» med fem redoksreaksjoner (rader) der studentene må velge enten «Spontan» eller «IKKE spontan». Oppgaven gir ett poeng per rad.
3. **Rangeringsoppgaver** med vanligvis tre grunnstoff, ioner, molekyler, salter eller bindinger som må rangeres på en bestemt måte. Eksempel: «Ranger følgende grunnstoff etter atomstørrelse fra det minste (venstre) til det største (høyre)» med svaralternativene for én av variantene: aluminium, silisium, svovel og natrium. Oppgaven gir to poeng.

I 2021 ble eksamen gitt som hjemmeeksamen med ti ulike versjoner som var forskjellige på alle 51 oppgaver. Noen av disse oppgavene hadde i tillegg ulike varianter innenfor samme versjon, slik at ingen student fikk en helt identisk eksamen. Høsten 2022 ble eksamen gitt som skoleeksamen med én versjon med 54 oppgaver hvorav 33 flervalgsoppgaver, 13 matriseoppgaver og 8 rangeringsoppgaver. Antall oppgaver med ulike varianter innenfor én versjon hadde da blitt utvidet til cirka halvparten, som er en avgjørende faktor for at eksamenen skal være gjenbrukbar. De ulike variantene på en oppgave har samme formulering, men for eksempel ulike molekyler som svaralternativer, ulike reaksjoner som rader i en matriseoppgave eller ulike grunnstoff som må rangeres. Vanskelighetsgraden er ideelt sett likt mellom de ulike variantene og for noen oppgaver har dette blitt undersøkt og justert med hjelp av resultater fra øvelsestester. I tillegg til disse strategiene for å redusere *faktisk* likhet mellom eksamenssettene ble to strategier brukt for å redusere *opplevd* likhet: svaralternativene i flervalgsoppgaver og rader i matriseoppgaver ble stokket om, og hver student fikk oppgavene i en tilfeldig rekkefølge. Selv om rekkefølge av svarene kan påvirke vanskelighetsgraden, vil denne effekten jevne seg ut over eksamenen som helhet (Tellinghuisen & Sulikowski, 2008). På denne måten vil to studenter som sitter ved siden av hverandre nesten aldri få opp to like oppgaver. Det var imidlertid mulig for studentene å navigere fram og tilbake mellom oppgavene og studentene ble anbefalt å bruke den muligheten. Selv om begrensning av denne navigasjonen kan motvirke ulovlig samarbeid, bør man være forsiktig med å bruke dette virkemiddelet (Sindre, 2021). I tillegg til nevnte strategier for å unngå samarbeid fikk studentene også en antifuskerklæring (Nguyen et al., 2020) tilpasset denne eksamenen, som de bekreftet ved å levere eksamen. Det er all grunn til å tro at det er nødvendig å ta eksamensfusker seriøst i utforming av eksamener (Nguyen et al., 2020; Sindre, 2021) og for denne eksamenen var fokus

på *prevensjon* framfor *deteksjon* av fusk. Bruk av hjelpemidler som lærebok, egne notater og ressurser på læringsplattformen er tillatt for denne eksamenen.

En generisk sensorveiledning ble utviklet, som inneholder blant annet en tabell for konvertering fra poengsum til bokstavkarakter (A-F). En ekstern sensor har deltatt i utforming av eksamen og sensorveiledning. Den interne sensoren har hatt muligheten til å se på studentenes svar før poengsum ble konvertert til karakter.

### 2.3 Spørreundersøkelse: studentenes perspektiver på eksamensform

Studentenes perspektiver på valget mellom skole- og hjemmeeksamen ble undersøkt i en digital avsluttende kursevaluering i november 2022. Spørreundersøkelsen inneholdt spørsmål om ulike aspekter av emnet og ble gjennomført i siste undervisningstime og i tillegg sendt ut til studenter som ikke var til stede. I en innledende tekst til delen om eksamen ble det tydelig spesifisert at spørreundersøkelsen ikke hadde noen innvirkning på eksamensform høsten 2022, men at eksamensformen for høsten 2023 ikke var avklart ennå. Ett lukket spørsmål med mulighet for utdypning handlet om eksamen: «Ville du foretrekke hjemmeeksamen eller skoleeksamen om du kunne velge?» med tre svarmuligheter «jeg ville foretrekke skoleeksamen», «jeg ville foretrekke hjemmeeksamen» og «vet ikke / nøytral». For å samle en begrunnelse for valget fikk studentene som valgte skoleeksamen (hjemmeeksamen) mulighet til å utdype hva de ser som fordeler med skoleeksamen (hjemmeeksamen) og hva de ser som ulemper med hjemmeeksamen (skoleeksamen). Studentene som svarte «vet ikke / nøytral» fikk også mulighet til å utdype sitt svar. Utsagnene i utdypningene ble kategorisert ut fra argumentene som ble brukt med mulighet for at utsagn med flere argumenter kunne tilhøre flere kategorier. Begge forfatterne telte antall utsagn i hver kategori og diskuterte avvik fram til enighet.

## 3 RESULTATER: SKOLEEKSAMEN ELLER HJEMMEEKSAMEN?

Studentenes perspektiver på valget mellom skole- og hjemmeeksamen ble undersøkt *før* selve eksamenen. De fleste studentene hadde på dette tidspunktet ingen eksamenserfaring fra høyere utdanning. Resultatene representerer dermed i større grad studentenes forventninger enn deres erfaringer. Av de 104 studentene som svarte på kursevalueringen antydte nesten halvparten (N=50; 48%) at de ville foretrekke hjemmeeksamen og 30% (N=31) at de ville foretrekke skoleeksamen. Resten (N=23; 22%) svarte «vet ikke / nøytral». Til sammen var det 115 utdypninger. Utdypningene med argumenter for eller mot én av alternativene har blitt kategorisert og er presentert i Tabell 1.

*Tabell 1. Argumenter for skoleeksamen og mot hjemmeeksamen fra studenter som foretrekker skoleeksamen, og argumenter for hjemmeeksamen og mot skoleeksamen fra studenter som foretrekker hjemmeeksamen. Kategorier med minst fire utsagn er gjengitt i tabellen.*

<b>Utsagn fra studenter som foretrekker skoleeksamen</b>	<b># utsagn</b>
Det er lettere å konsentrere seg på en skoleeksamen.	22
Det er lett å jukse på en hjemmeeksamen.	9
En skoleeksamen er lettere.	5
En skoleeksamen fører til mer øvelse og mer læring.	5
<b>Utsagn fra studenter som foretrekker hjemmeeksamen</b>	
Det er lettere å konsentrere seg på en hjemmeeksamen.	22
En hjemmeeksamen er mindre stressende / mer behagelig enn en skoleeksamen.	48

Interessant nok er det like mange utsagn som tyder på at det er lettere å konsentrere seg på en skoleeksamen som utsagn som tyder på det motsatte. Eksempler fra studenter som tror det er lettere å konsentrere seg på en skoleeksamen er at «det er lettere å konsentrere seg i et arbeidsmiljø» og at det er «lettere å bli distraheret om man sitter hjemme». Eksempler fra studenter som tror det er lettere å konsentrere seg på en hjemmeeksamen peker imidlertid på det motsatte, som for eksempel «mener selv det er mer ro når jeg sitter alene og kan konsentrere lettere» og «av egne erfaringer vet jeg at jeg er en som lett blir påvirket av lyder eller bevegelser som skjer i rommet. Det kan lett utgjøre en forskjell på resultatet jeg vil ende opp med på eksamen». Det er ikke sikkert at studentenes forventninger om en



skoleeksamen stemmer overens med den faktiske situasjonen, gitt at de fleste aldri hadde hatt en eksamen i høyere utdanning da de svarte på spørreundersøkelsen.

Det er derimot mer enighet at idéen med en skoleeksamen oppleves som mer stressende og at en hjemmeeksamen er «litt mer chill». Mange utsagn tyder på at studentene synes det er mer komfortabel hjemme, for eksempel fordi «man kan sitte der man synes [det] er behagelig og gjøre situasjonen mindre stressende». Noen skriver at stress og nervøsitet fører til at man glemmer ting. En student argumenterer mot skoleeksamen fordi vedkommende «ser på det som problematisk at man skal bli tatt ut av sitt vanlige miljø når man skal vise hva man kan».

Andre argumenter for en skoleeksamen som kommer tilbake i minst fire utsagn er knyttet til vanskelighetsgrad på eksamen, juks, effekt på øvelse/læring eller kombinasjoner av disse. Utsagn som forklarer disse argumentene er for eksempel: «det er mye lettere å jukse på hjemmeeksamen og dermed lærer man ikke stoffet like bra, tror jeg»; på en skoleeksamen er det «[...] ikke noe kommunikasjon. Det gjør eksamen mer fair, da de med svakere nettverk ikke vil kunne få like mye hjelp [på en hjemmeeksamen] som de med sterkt nettverk rundt seg»; «i tillegg vil kanskje ikke eksamensoppgavene bli mer avanserte [på en skoleeksamen] fordi de vet at folk ikke kommunisere og kan hjelpe hverandre»; «Man øver ikke like mye da man tenker man googler og kan få hjelp» på en hjemmeeksamen og det er «lett å jukse og kommunisere med andre. Blir ikke en real karakter vis man skal kunne få svar av andre».

En av studentene som svarte «vet ikke / nøytral» oppsummerer: «Tenker at hvor man sitter ikke er så viktig så lenge det er en eksamensform som tester hvordan en klarer å vise og bruke den kunnskapen man har. Men det vil være mye lettere å kontrollere at folk ikke samarbeider med en skoleeksamen».

#### 4 DISKUSJON

Utvikling av en automatisk rettet eksamen med mange spørsmålsvarianter krever en stor tidsinvestering og stiller høye krav til kvalitet på oppgavene. Når man er ferdig med utviklingen, er imidlertid fordelene mange. Faglæreren bruker lite eller ingen tid for forberedelse og sensur av eksamenen. Studentene får raskt tilbakemelding på eksamensresultat. Det er mulig å vurdere mange ulike læringsmål på kort tid slik at det ikke er nødvendig å ta et utvalg av læringsmål som vurderes på eksamen. Eksamensnivået er garantert likt fra år til år og fra ordinær eksamen til kontinuasjonseksamen. Sensur er helt objektiv og studentene vet dette, som fører til færre eller ingen klager. Til slutt vil ikke eksamenen endre seg fra år til år, som muliggjør systematisk kvalitetsarbeid med eksamen over årene.

Studentenes perspektiver fra kursevalueringen tyder på at det er noen studenter som mener de kan konsentrere seg best hjemme, mens andre mener de kan konsentrere seg best på en skoleeksamen. Økt stress på en skoleeksamen er imidlertid noe som taler for en hjemmeeksamen, i hvert fall ifølge studentene. Det er relativt få studenter som argumenterer for en skoleeksamen fordi det fører til mer læring og fordi det er lett å jukse på en hjemmeeksamen, men begge er viktige argumenter for en faglærer. Særlig rettferdighetsprinsippet og prevensjon av fusk er viktig å tenke på. Sindre (2021) deler inn fusk i tre kategorier: alenefusk (for eksempel bruk av ulovlige hjelpemidler), samarbeid (mellom kandidater som tar eksamenen) og hjelp fra tredjeperson (som ikke tar eksamenen samtidig). Alenefusk er ikke et stort problem for denne eksamenen fordi hjelpemidler er tillatt. Både samarbeid og hjelp fra tredjeperson er betydelig lettere å motvirke – men ikke helt mulig å utelukke – på en skoleeksamen der studentene er under observasjon. Selv om hjelp fra en tredjeperson absolutt ikke kan utelukkes verken i arbeidskrav eller på eksamen, så er dette trolig et mindre problem i dette emnet siden en student må bestå både eksamen og ulike tester, innleveringer og andre arbeidskrav gjennom semesteret. Samarbeid er i praksis umulig å unngå på en hjemmeeksamen og er sannsynligvis det største problemet for denne eksamenen. Selv om antifuskerklæringen og den tilfeldige rekkefølgen av spørsmål og svaralternativer vil redusere mengde samarbeid til en viss grad, vil de ikke kunne forhindre det. Økt tidspress kan gjøre at færre har mulighet å delta i samarbeid, men kan også føre til mer eksamensangst og dermed mer fusk (Sindre, 2021). Den mest effektive og rettferdige måten å begrense samarbeid på er derfor å gi eksamenen som skoleeksamen.

Uansett om eksamenen blir brukt som skole- eller hjemmeeksamen, stiller en automatisk rettet eksamen enda høyere krav til kvalitet på oppgavene enn en manuelt rettet eksamen. Studentene har ingen mulighet til å begrunne sine svar og dermed er det vanskelig for en sensor å oppdage uheldige formuleringer i oppgaveteksten. Studentene har som regel ingen innsikt i sin besvarelse etter eksamen, og dermed kan

de heller ikke argumentere for sine svar i etterkant av sensur. Dette legger et stort ansvar på faglærerne som utvikler eksamenen, og det stilles høye krav til kvalitetssikring. Ulike rutiner for kvalitetssikring har blitt brukt i utviklingen av den aktuelle eksamenen. Flervalgsoppgavene har blitt brukt og kvalitetssikret i *no-stake* øvelsestester og *low-stake* obligatoriske tester før de ble brukt i eksamenen. Gjennom analyse av testresultatene har eventuelle feil blitt rettet opp og dårlige spørsmål fjernet. Tre faglærere har testet hele eksamen flere ganger, diskutert eventuelle gale svar og forbedret oppgavene i prosessen. Under sensuren av første bruk av eksamenen har kun én feil blitt funnet og rettet opp for alle studenter som fikk den aktuelle spørsmålsvarianten. Kvalitetssikringsrutinen som ble brukt for å finne denne feilen var å gå gjennom besvarelsene fra studentene som hadde kun én eller to feil i eksamen med en hypotese at det var en feil i eksamenssettet. Hypotesen viste seg å være riktig kun denne ene gangen. Den store fordelene med denne eksamensformen er at slike rutiner for kvalitetssikring fører til en systematisk forbedring av kvalitet på eksamenen gjennom årene, i motsetning til kvalitetssikring av en bruk-og-kast-eksamen der man starter på nytt hver eneste gang.

Bruk av en automatisk rettet eksamen med mange spørsmålsvarianter stiller også andre krav til rollen til en ekstern sensor enn en mer tradisjonell eksamen. En ekstern sensor kan ha en rolle i utforming av en eksamen. Det er imidlertid uvanlig både at en eksamen har mye variasjon fra student til student innenfor samme år og at den har lite eller ingen variasjon fra år til år. Burde en ekstern sensor se på hele eksamenssettet på nytt hvis ett spørsmål blir lagt til eller byttet ut? Burde en ekstern sensor gå gjennom alle mulige varianter av et spørsmål og – hvis ja – hvordan? En ekstern sensor kan også ha en rolle i vurdering av studentenes besvarelser. Denne vurderingen gjennomføres imidlertid i utgangspunkt automatisk. Hvordan kan en ekstern sensor bidra til kvalitet av sensur? Hva gjør en eventuell klagesensor, som blir bedt om å vurdere besvarelsen på nytt ut fra samme sensorveiledning, som inneholder konverteringstabellen fra poengsum til karakter? Hvordan kan vi ivareta studentenes rettigheter på klage hvis verken den første sensoren eller klagesensoren egentlig foretar en vurdering av studentenes besvarelse? Disse er noen av spørsmålene som burde diskuteres når man bruker en automatisk rettet eksamen.

## REFERANSER

- Beerepoot, M. T. P. (2022). Effektive læringsstrategier – Innsikter, implementering og tverrfaglig erfaringsutveksling. *Læring om læring*, 9(2), 9. <https://www.ntnu.no/ojs/index.php/lo/article/view/5020>
- Coucheron, D. A. & Beerepoot, M. T. P. (2023). Studentaktiv læring med store studentgrupper – pollbasert undervisning på nett. *Konferansebidrag til MNT-konferansen 2023*.
- Denyer, G., & Hancock, D. (2002). Graded multiple choice questions: Rewarding understanding and preventing plagiarism. *Journal of Chemical Education*, 79(8), 961. <https://doi.org/10.1021/ed079p961>
- Netland, K. Ø., Sivertsen, A. & Olufsen, M. (2018). Innføring av studentaktive arbeidsformer i seminarundervisningen. Hvilken betydning har dette på læringsutbyttet og klassemiljøet? *Nordic Journal of STEM Education*, 2(1), 15. <https://www.ntnu.no/ojs/index.php/njse/article/view/2346>
- Nguyen, J. G., Keuseman, K. J., & Humston, J. J. (2020). Minimize Online Cheating for Online Assessments During COVID-19 Pandemic. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3429-3435. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00790>
- Sindre, G. (2021). Kan fusk på hjemmeeksamen forhindres? *Nordic Journal of STEM Education*, 5(1), 5. <https://doi.org/10.5324/njsteme.v5i1.3918>
- Tellinghuisen, J., & Sulikowski, M. M. (2008). Does the answer order matter on multiple-choice exams? *Journal of Chemical Education*, 85(4), 572. <https://doi.org/10.1021/ed085p572>
- Towns, M. H. (2014). Guide to developing high-quality, reliable, and valid multiple-choice assessments. *Journal of Chemical Education*, 91(9), 1426-1431. <https://doi.org/10.1021/ed500076x>

# Studentaktiv læring med store studentgrupper – pollbasert undervisning på nett

D. A. Coucheron<sup>1</sup> & M. T. P. Beerepoot<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institutt for fysikk og teknologi, <sup>2</sup>Institutt for kjemi, <sup>1,2</sup>Fakultet for naturvitenskap og teknologi, UiT Norges arktiske universitet

**SAMMENDRAG:** To viktige prinsipper for å øke studentenes læring i undervisning er aktiv deltagelse og formativ vurdering. Innføring av disse prinsippene i undervisning med store studentgrupper kan imidlertid by på utfordringer, særlig i nettbasert undervisning. Løsningen kan være å bruke flervalgsoppgaver i undervisningen med påfølgende formativ vurdering av faglæreren, en undervisningsform som vi her kaller pollbasert undervisning. I dette bidraget er vi opptatt av følgende to spørsmål: Hvordan påvirker denne undervisningsformen studentenes oppmerksomhet, motivasjon og læringsutbytte? Hva er fordeler og ulemper med gruppediskusjon som en del av opplegget? Vi har introdusert pollbasert undervisning på nett med gruppediskusjon i et fysikkemne og uten gruppediskusjon i et kjemiemne. I en felles skriftlig studentevaluering i de to emnene rapporterer studentene høyt opplevd læringsutbytte, økt motivasjon til forberedelse og deltagelse, samt at flervalgsoppgavene hjelper å holde oppmerksomhet oppe. Gruppediskusjon ser ut til å føre til godt læringsutbytte. Økt tidsbruk med gruppediskusjon fører imidlertid til at antall oppgaver som behandles halveres. Vi mener at pollbasert undervisning enkelt skaleres til større studentgrupper og er overførbar til i hvert fall andre begynneremnene i STEMM-fagene.

**NØKKELOD:** omvendt undervisning; gruppediskusjon; formativ vurdering; peer instruction; nettbasert undervisning

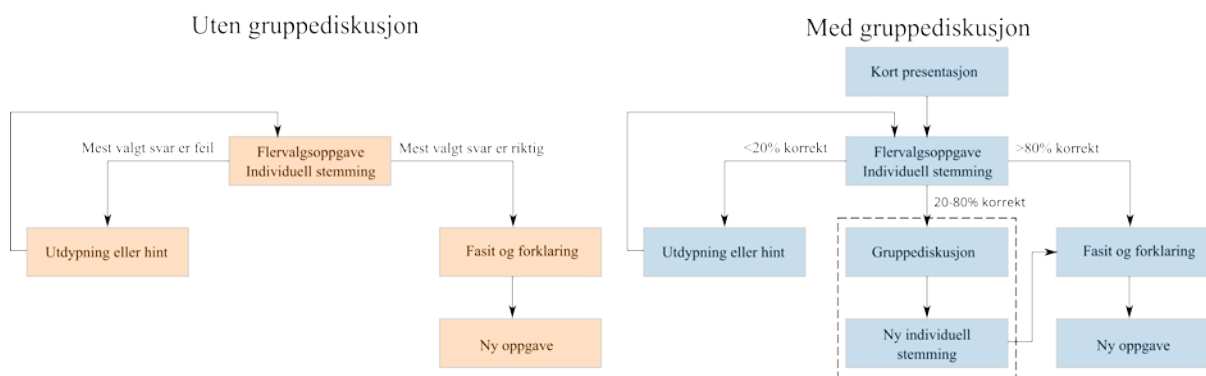
## 1 INTRODUKSJON

To viktige prinsipper for å øke studentenes læring i undervisning er aktiv deltagelse og formativ vurdering. Innføring av aktiv læring med formativ vurdering kan imidlertid være utfordrende med store studentgrupper. Introduksjon av studentaktivitet gjennom oppgaveløsning i klassiske forelesninger skifter fokus bare delvis fra passiv til aktiv læring. Ofte mangler en systematisk innsamling av studentenes svar, slik at faglæreren ikke er i stand til å gi spesifikk formativ vurdering i sin gjennomgang. En mulig løsning kan være bruk av flervalgsoppgaver som diagnostisk testing med innsamling av svarene og påfølgende formativ vurdering – en undervisningsform som vi her kaller for pollbasert undervisning.

Nicol (2007) argumenterer for at flervalgsoppgaver kan implementeres slik at de bidrar til å oppnå Nicol & MacFarlane-Dick (2006) sine syv forskningsbaserte prinsipper som støtter selvregulert læring gjennom formativ vurdering. Flervalgsoppgaver kan for eksempel avdekke områder der mange studenter sliter og dermed muliggjøre tilbakemelding fra faglæreren, eller være utgangspunkt for en dialog i klasserommet mellom studentene eller mellom studenter og faglæreren. Hyppig testing fører til læring på mange ulike måter som oppsummert av Roediger et al. (2011). Testing i klasserommet spesifikt kan føre til stort læringsutbytte så lenge det er implementert på en hensiktsmessig måte (Nguyen & McDaniel, 2015).

Vi har introdusert pollbasert undervisning med to ulike tilnærminger i begynneremner i fysikk og kjemi. Felles for de to implementasjonene er at individuell avstemning på en flervalgsoppgave står sentralt (Fig. 1). I begge fagene muliggjør flervalgsoppgavene kontinuerlig tilbakemelding til underviseren om responstid, vanskelighetsgrad og type feil (diagnostisk vurdering) og til studentene om hva de kan, hva de bør kunne og hva som mangler i forståelsen (formativ vurdering). I fysikkemnet benyttes Peer Instruction, en veletablert undervisningsmåte innen fysikkutdanning med konseptuelle flervalgsoppgaver som diskuteres i grupper (Crouch & Mazur, 2001). Studentene svarer individuelt på en poll både før og etter diskusjonen. I kjemiemnet er det ingen gruppediskusjon, men heller flere flervalgsoppgaver. I begge emner gir faglæreren en utdypning eller hint på oppgaven hvis få studenter svarer riktig, og fasit og forklaring direkte hvis de fleste svarer riktig. Kriteriene for dette valget er imidlertid annerledes og er gitt i Fig. 1.

## MNT konferansen 2023 - UiS



Figur 1. Fremgangsmåten i pollbasert undervisning uten (venstre) og med (høyre) gruppediskusjon.

I dette bidraget er vi opptatt av følgende to spørsmål: Hvordan påvirker denne undervisningsformen studentenes læringsutbytte, motivasjon og oppmerksomhet? Hva er fordeler og ulemper med gruppediskusjon som en del av opplegget?

## 2 METODE

### 2.1 Beskrivelse av emnene

Pollbasert fellesundervisning er én av brikkene i en sammensatt helhet av undervisnings- og vurderingsformer i de to emnene.

Emnet KJE-1001 «Introduksjon til kjemi og kjemisk biologi» (10 stp., cirka 200 studenter) er et obligatorisk emne i første semester til cirka ti studieprogram. Hver uke er det 2-3 timer pollbasert fellesundervisning på nett (ikke obligatorisk) og 2 timer obligatorisk fysisk seminarundervisning, der fokus ligger på gruppediskusjon rundt sentrale oppgaver. I tillegg kommer 2 dager med obligatorisk labundervisning i semesteret. De fleste studenter møter i fellesundervisningen og stort sett alle i seminar- og labundervisning, som foregår i grupper på cirka 20 studenter delt inn etter studieprogram. Før fellesundervisning anbefales studentene å forberede seg med videoer, lesing og andre ressurser. Oppgavene i fellesundervisningen hentes fra samme spørsmålsbanker som oppgaver i digitale øvelsestester til selvstudie, oppgaver i obligatoriske digitale tester og eksamensoppgaver. Eksamen i emnet er en tre timers automatisk rettet digital eksamen.

Emnet FYS-0100 «Generell fysikk» (10 stp.; cirka 70 studenter) er et obligatorisk emne i første semester til 4 studieprogram. Hver uke er det 4 timer pollbasert fellesundervisning på nett (ikke obligatorisk) og 2 timer fysisk seminarundervisning (ikke obligatorisk). De fleste studenter møter i fellesundervisningen og seminarundervisning, som foregår i grupper på 5-15 studenter delt inn etter studieprogram. Før fellesundervisning anbefales studentene å forberede seg med videoer, lesing og en førtest. I fellesundervisningen brukes konseptuelle fysikkoppgaver som utfordrer forståelsen av temaene fra forberedelsen. Eksamen i emnet er en fire timers eksamen hvor halvparten er automatisk rettede konseptuelle flervalgsoppgaver som tilsvarer oppgavene i fellesundervisning og andre halvparten er regneoppgaver.

### 2.2 Pollbasert undervisning

Pollbasert undervisning (Fig. 1) ble innført i begge emner høsten 2020. Resultatene i dette bidraget kommer fra nettbaserte implementasjoner av pollbasert undervisning høsten 2021. I kjemiemnet ble Zoom brukt for undervisning og for pollene. I fysikkemnet ble Zoom brukt for undervisning og Learning Catalytics for pollene. Learning Catalytics lagrer svarresultatene fra alle poller systematisk gjennom hele semesteret, både før og etter gruppediskusjon. Gruppene på 4-5 studenter i fysikkemnet ble delt inn tilfeldig på starten av undervisningsøkten.

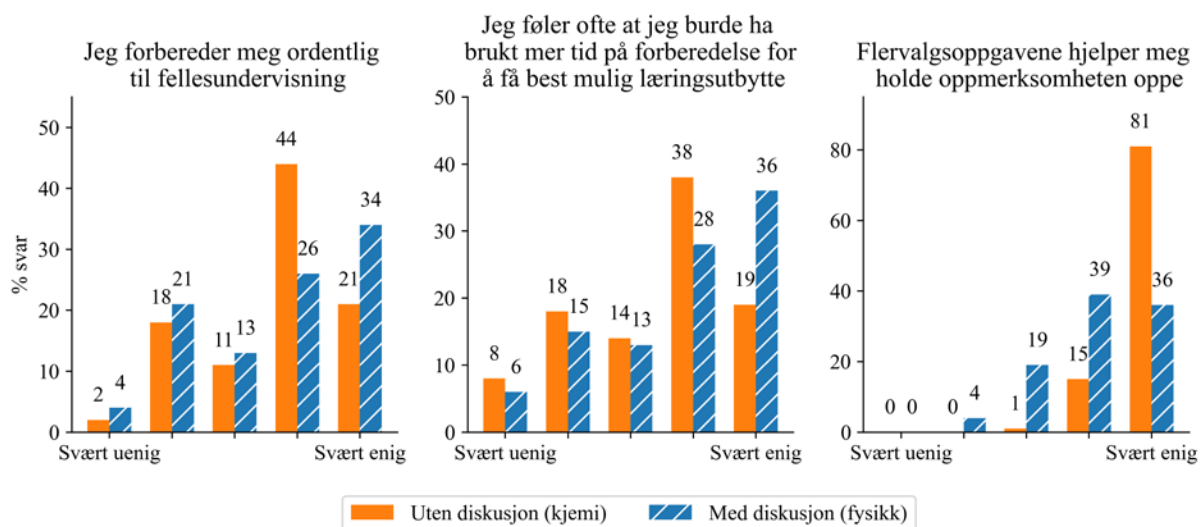
Pollbasert undervisning gjør det lett å integrere kartleggings- eller evalueringsspørsmål i undervisningen. En enkel kartlegging i kjemiemnet i femte undervisningsuke høsten 2022 (131 av 137 studenter svarte) dokumenterte at 56% av studentene sitter hjemme mot 42% på campus, og at 65% deltar alene mens 34% deltar på fellesundervisning med andre (1% vet ikke / ønsker ikke å oppgi).

### 2.3 Felles nettbasert studentevaluering

Vi har utformet én felles nettbasert studentevaluering for begge emner. Evalueringen besto av to lukkede spørsmål med mulighet for utdypning, fire påstander med femdelte Likert-skala og to åpne spørsmål. De to lukkede spørsmål var «Hvilken del av fellesundervisning opplever du å ha mest læringsutbytte av?» og «Hvordan tror du at antall oppgaver burde tilpasses for at du får mest mulig læringsutbytte?». De fire påstandene var «Jeg forbereder meg ordentlig til fellesundervisning», «Jeg føler ofte at jeg burde ha brukt mer tid på forberedelse for å få best mulig læringsutbytte», «Jeg gjetter ofte svaret på en poll/oppgave og venter på diskusjon/løsningsforslag» og «Flervalgsoppgavene hjelper meg holde oppmerksomheten oppe». De to åpne spørsmål var «Hvordan opplever du fellesundervisning i KJE-1001/FYS-0100 i forhold til (felles)undervisning i andre emner? Tenk for eksempel på din motivasjon til å møte, din forberedelse, ditt læringsutbytte, din oppmerksomhet i undervisningen eller mengde tilbakemelding du får» og «Har du forslag til forbedring av fellesundervisningen?». Vi satte av ti minutter for evalueringen i fellesundervisningen i den sjette undervisningsuka høsten 2021. Antall studenter som svarte var 134 i kjemiemnet og 46 i fysikkemnet, som tilsvarer mer eller mindre alle aktive studenter i den aktuelle fellesundervisningen. De fleste studenter brukte under 7 minutter på å svare på undersøkelsen. Alle respondenter svarte på alle lukkede spørsmål og alle påstander.

## 3 RESULTATER

I spørreundersøkelsen har vi undersøkt forskjellige aspekter av pollbasert undervisning. To hovedkategorier er hvordan undervisningsformen oppleves av studentene og hvordan de jobber med og mot fellesundervisningen. Undervisningsformen er en form for omvendt undervisning, og det forventes forberedelser før fellesundervisning. Vi har undersøkt hvor mye studentene har forberedt seg før fellesundervisningen, samt om de føler at de burde ha brukt mer tid i forberedelse. Resultatene presenteres i Fig. 2, sammen med et spørsmål om hvordan oppgavene påvirket oppmerksomhet.



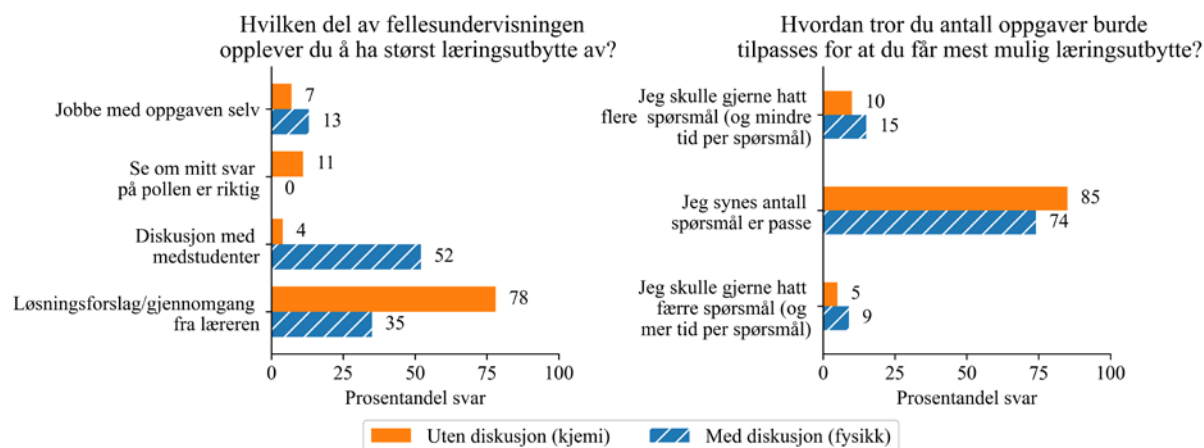
Figur 2. Likert-skala respons på tre av fire påstander fra spørreundersøkelsen.

Flertallet svarer at de er «enig» eller «svært enig» i påstanden om at de forbereder seg ordentlig til fellesundervisningen. Samtidig er det en stor andel som rapporterer at de føler de burde forberedt seg bedre for å få best mulig læringsutbytte. Flere studenter rapporterer at de burde forberedt seg bedre i fysikk, hvor gruppediskusjoner er sentralt. De fleste rapporterer også at de er «enig» eller «svært enig» i at oppgavene hjelper å holde oppmerksomheten oppe. I kjemiemnet – som har flest flervalgsoppgaver – er de fleste studenter (81%) «svært enig» i denne påstanden. I fritekstsvarene kommer det fram at mange studenter mener pollbasert undervisning fører til høy oppmerksomhet, som igjen fører til høyt læringsutbytte. Én student i kjemiemnet oppsummerer det slikt: «[...] jeg følger med under hele undervisningen og føler at oppmerksomheten min er lik gjennom hele undervisningen. Dette er fordi oppgavene er gode og jeg føler jeg får mye ut av undervisningen». Videre kommer det fram at undervisningsformen fører til høy motivasjon til å forberede og til å møte opp i undervisningen. I studentenes egne ord: «[...] polls og gjennomgang av polls-oppgavene gjør meg mer motivert til å møte, og mer oppmerksom under møtene, og gir meg god forberedelse [...]» fra kjemiemnet og «har mer lyst

## MNT konferansen 2023 - UiS

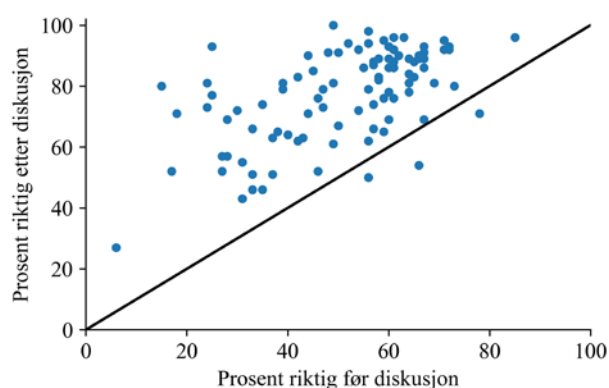
til å møte opp da man skal diskutere med andre studenter, man får godt læringsutbytte og utdypende forklaringer på alt man kan tenke seg å lure på. I andre emner er det mer lærer som forklarer og studenter som noterer, men her forklarer studentene for hverandre. Det motiverer veldig til oppmøte og gode forberedelser» fra fysikkemnet.

På den fjerde påstanden «Jeg gjetter ofte svaret på en poll/oppgave og venter på diskusjon/løsningsforslag» var fordelingen lik i fysikk og kjemi med cirka to tredjedel som er «uenig» eller «svært uenig» og de fleste andre «enig». Videre har vi undersøkt hvilken del av fellesundervisningen studentene opplever å ha størst læringsutbytte av, samt hva de tenker om antall spørsmål i hver økt (Fig. 3). I fysikk svarer 52% at de opplever størst læringsutbytte fra diskusjonene. Generelt rapporterer mange stort læringsutbytte fra gjennomgang av oppgavene fra underviser. Emnene har veldig forskjellig antall spørsmål, men studentene svarer i hovedsak at det er passe mengde i begge emner.



Figur 3. Prosentvis fordeling av svar på spørsmålene om opplevd læringsutbytte og antall oppgaver.

Et viktig premiss for bruk av diskusjoner er at de faktisk bidrar til læring. Peer Instruction er i stor grad fundert på at samarbeid mellom studenter fører til effektiv læring (Crouch & Mazur, 2001). For å evaluere faktisk læringsutbytte av diskusjonene har vi sett på prosentandel riktige svar før diskusjon og etter diskusjon for alle oppgavene som ble brukt i fysikkemnet høsten 2021 (Fig. 4). En rett linje som viser samme andel rett svar før og etter diskusjon er også lagt til. Resultatene er som forventet, hvor de aller fleste oppgaver har en positiv utvikling.



Figur 4. Spredningsplot som viser prosentvis andel rett svar før og etter gruppediskusjon for alle oppgaver som ble brukt i fysikkemnet høsten 2021.

#### 4 DISKUSJON & KONKLUSJON

Resultatene fra spørreundersøkelsen tyder på at pollbasert undervisning gir høyt opplevd læringsutbytte, økt motivasjon til forberedelse og deltagelse, samt at flervalgsoppgavene hjelper å holde oppmerksomhet oppe. I fysikkemnet er det flere studenter enn i kjemiemnet som er svært enig i påstandene at de forbereder seg ordentlig og at de føler at de burde ha brukt mer tid på forberedelse for å få best mulig læringsutbytte (Fig. 2), noe som kan tolkes som at gruppediskusjonen fører til bedre forberedelse og større bevissthet når forberedelsen ikke var tilstrekkelig.

I fysikkemnet rapporterer halvparten av studentene at de opplever størst læringsutbytte fra gruppediskusjonen (Fig. 3). Resultatene i Fig. 4 viser i tillegg at gruppediskusjon fører til at flere studenter svarer riktig på oppgavene, i overenstemmelse med litteraturen (Crouch & Mazur, 2001). Utover større læringsutbytte har gruppediskusjon også andre positive effekter, som for eksempel at studentene blir bedre kjent med andre studenter i sitt kull og at de øver seg med gruppearbeid, noe som er svært relevant i arbeidslivet. I tillegg kan faglæreren lytte til diskusjonene og avdekke om studentene svarer riktig med feil begrunnelse, noe som i så fall må rettes opp i en gjennomgang av oppgaven.

Gruppediskusjon går likevel på bekostning av antall oppgaver som kan gjennomgås i timen. I fysikkemnet gjennomgås 7 oppgaver i snitt per dobbelttime (2x45 minutter), mot cirka 14 i kjemiemnet. Den ekstra tiden som gruppediskusjon tar er en kombinasjon av organisering av gruppearbeidet, selve gruppediskusjon, samt en ekstra individuell avstemningsrunde.

Ut fra våre egne erfaringer og de direkte og indirekte fordelene med gruppediskusjon diskutert her anbefaler vi å vurdere gruppearbeid som del av undervisningsopplegget i alle emner. Gruppediskusjon kan innføres i (pollbasert) fellesundervisning (som i fysikkemnet her), i annen organisert undervisning (som i kjemiemnet her) eller på en annen måte, alt avhengig av gruppestørrelse, sammensetning og ferdigheter som ønskes oppnådd. Vi anbefaler å tenke på oppgaveutforming (Roberson & Franchini, 2014) og veiledning av gruppeprosessen (Oakley et al., 2004) for å få mest mulig ut av gruppediskusjonene.

Våre erfaringer og resultatene i dette bidraget tyder på at pollbasert undervisning kan fungere godt i forskjellige implementasjoner. Vi mener at måten vi bruker flervalgsoppgaver er i overenstemmelse med gode prinsipper for å støtte selvregulert læring (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006; Nicol, 2007) ved at studentene får oversikt over hva de må kunne (gjennom oppgavene), hvordan de ligger an (gjennom tilbakemelding om de svarer riktig) og hva som skal til for å nå målet (gjennom fasit og forklaring). Vi mener også at det er positivt for læringsutbytte og motivasjon at oppgavene i fellesundervisningen er direkte eksamensrelevante (Nguyen & McDaniel, 2015). Vi har selv gode erfaringer fra pollbasert undervisning både fysisk og på nett. Vi mener at denne undervisningsformen enkelt skalerer til større studentgrupper og er overførbart til i hvert fall andre begynneremnene i STEMM-fagene.

#### REFERANSER

- Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *American journal of physics*, 69(9), 970-977. <https://doi.org/10.1119/1.1374249>
- Nguyen, K., & McDaniel, M. A. (2015). Using quizzing to assist student learning in the classroom: The good, the bad, and the ugly. *Teaching of Psychology*, 42(1), 87-92. <https://doi.org/10.1177/0098628314562685>
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education* 31(2), 199-218. <https://doi.org/10.1080/03075070600572090>
- Nicol, D. (2007). E-assessment by design: using multiple-choice tests to good effect. *Journal of Further and Higher Education*, 31(1), 53-64. <https://doi.org/10.1080/03098770601167922>
- Oakley, B., Felder, R. M., Brent, R., & Elhadj, I. (2004). Turning student groups into effective teams. *Journal of student centered learning*, 2(1), 9-34.
- Roberson, B., & Franchini, B. (2014). Effective task design for the TBL classroom. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25(3&4), 275-302.
- Roediger III, H. L., Putnam, A. L., & Smith, M. A. (2011). Ten benefits of testing and their applications to educational practice. *Psychology of learning and motivation*, 55, 1-36. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00001-6>



# Engineering students' experiences from working with Geogebra/screencast assignments in mathematics.

P. Persson, *UiT*

**ABSTRACT:** This paper report on some of the main student experiences from the introduction of Geogebra/screencast assignments in two mathematics 1 courses for engineering students at UiT, Narvik. The purpose of the assignments was to help students gain deeper conceptual understanding of mathematics by letting the students explore the mathematics in Geogebra and by increasing student engagement by having them present their knowledge in a screencast. The results show that students believe they gain more understanding of the topics compared with normal calculation assignments but that some challenges such as discomfort with the presentation and the time requirement are prominent.

**Keywords:** mathematics, Geogebra, student-produced screencasts, conceptual understanding

## 1 INTRODUCTION

In an attempt to move toward teaching of mathematics with a clearer focus on conceptual understanding, a new type of assignments has been introduced at UiT campus Narvik in the course Mathematics 1 for engineering students. In the assignments students build a dynamic Geogebra construction and use it to show and explain mathematics in a screencast. The reason for the chosen assignment design is based on several considerations. Use of dynamic geometry software (DGS, such as Geogebra) is widely reported to enhance student learning due to its visual, dynamic, and interactive properties as well as being a platform for sharing reasoning (Olsson, 2017). Geogebra gives the possibility to build one's own construction from the ground up, and the student is in this way allowed be active and creative participants. Geogebra (or DGS in general) can therefore be an effective learning tool. To increase the level of engagement with the tasks, the students are required to present their work in the form of a screencast. Oral presentations in general have been shown to increase students metacognitive regulation (Naalsund & Skogholt, 2017) and is beneficial for students long term learning (Fiorella & Mayer, 2014). Learning communication can in itself be considered a learning goal since it is included as one of four important competencies for future students in a report from the Norwegian ministry of education and research (NOU 2015:8, 2015). Screencasting has the benefit of being something that the student can do as a homework and is therefore also suitable for large classes. In the present "YouTube-era" software for recording and editing screencast is readily available (in many cases for free). Several previous studies exist on the use of screencasting in various subjects. For example, Yang and Lau (2018) found that university students who recorded a screencast in groups while solving problems, could remember the content better and found the exercise motivating. Overall, the students in that study were quite positive to the approach.

The combination of DGS and a screencast presentation can help students explore, understand and explain mathematics, and is therefore hypothesised to be a powerful combination for students to engage in mathematics on a deeper level. Since the assignment design introduces several new elements (software, type of tasks and mode of presentation) that most students are unfamiliar with, it was expected that many students would find the assignment quite challenging but rewarding.

This paper reports on some of the experiences from introducing these assignments in two "Mathematics 1" courses in Narvik. The questions this paper aims to answer are

1. How do students experience these assignments regarding learning, challenges, workload, etc.?
2. What are the main reasons for students' sentiments about the assignments?
3. How do students' sentiments of the assignments change over time?



## 2 ASSIGNMENT DESIGN

In advance of the assignment, information was provided to the students regarding how to complete the assignments. This included suggestions regarding what software to use (Geogebra and screencasting/video editing software), and how to deliver the completed videos. All software recommendations were accompanied by an instruction video, produced by the author, that contained the necessary information on the basic functionality of the software. The suggested software was Geogebra Classic 5, and ActivePresenter for screencasting and editing. The students did not record their face, only screen and voice. A voluntary assignment "Introduction to Geogebra" was provided at the start of the course to help students familiarize themselves with Geogebra and screencasting. (This assignment will be referred to as A0). Each course had two mandatory screencast and the topic of the first mandatory assignment (A1) was complex numbers (CN). The students had three lectures (in total 4.5 hours) about CN before the assignment. No digital visualization tools were used in these lectures. At the start of the task sheet, an instruction was included for how to build a simple Geogebra construction that met the minimum requirements needed to complete the task. (These instructions also came in form of a guide video in the last course.) The focus in the assignment was multiplication of CN and how it graphically corresponds to rotations and dilations in the complex plane. Examples of tasks are:

- Use your Geogebra construction to explain the formula  $z_1 \cdot z_2 = r_1 \cdot r_2 \cdot e^{i(\theta_1 + \theta_2)}$
- Show and explain where the solutions to the equation  $z^5 = r \cdot e^{i\theta}$  is located in the complex plane.

The topic of the second mandatory assignment (A2) was Taylor polynomials. The students had one lecture (1.5 hours) about Taylor polynomials before the assignment. No digital visualization tools were used in these lectures. The focus in the assignment was on how the properties of the original function is inherited by the polynomial depending on the degree, and how the polynomial can be used to approximate the original function. An examples of the tasks is:

- A function  $f(x)$  and its Taylor polynomial of the zeroth degree,  $P_0(x)$ , have the same value at the center point. The polynomial of the first degree,  $P_1(x)$ , in addition has the same first derivative as  $f(x)$ .  $P_2(x)$  has the same second derivative, and so on. Show and explain what is meant by this.

## 3 METHOD

### 3.1 Participants

The participants are engineering students from two different Mathematics 1 courses (2021 and 2022), but they belong to different programs such as, construction engineering, electrical engineering, process technology, mechanical engineering, and computer science. The students also belong to different campuses (Narvik, Alta, Bodø, Mo) and there is also a large group of online students (~50%). The students are generally in their twenties, but age and gender are not taken into consideration in this study. In total more than 300 students have completed at least one GG/SC assignment.

### 3.2 Data collection and analysis

To investigate the research questions, surveys were distributed after each assignment (two per course) and semi-structured interviews were conducted at the end of the course. Most questions in the survey were of a Likert type, but some questions were open-ended. The purpose of the surveys was to get an overview of students' general sentiments, main challenges, perceived learning outcomes, time spent on task and how their perceptions have changed over time. The response rate was 60 % after A1 but dropped to around 40% after A2. The interviews were aimed to get a more in-depth view into the same issues. The results presented here are based on eight interviews. Both open ended survey responses and interview transcripts were coded and the most prominent themes regarding the research questions identified.

## 4 RESULTS

The main themes in survey and interview data regarding student experience are: increased learning/understanding, discomfort, and time requirement. These are discussed below as is the main challenges identified, and how the students' sentiments changed over time.

### 4.1 Increased learning/understanding

From the survey after A1 2022, one finds that around 75% of the students report that they have a mostly positive sentiment of the assignments. The reason for the students' positive experience is mixed, but out of 55 answers to an open-ended question (in this particular survey) about what was most positive about the assignment, 30 in some way included references to increased understanding or learning of complex numbers. One example of such a comment is:

"In subjects such as mathematics, it is often the case that you follow a set of rules to perform arithmetic operations. In this type of assignment, the focus is more on understanding the underlying subject matter, and you learn more about why things are the way they are." (Translated from Norwegian)

In this comment it is not clear why the student experience increased learning other than that the "focus" is more on understanding. Many students highlight "visualisations" in Geogebra as a source for understanding, but a much more frequent comment is on the theme "forced learning".

"I think you are forced to understand what you are doing if you are to explain in your own words rather than solving mathematical problems with pen and paper. I think this is a challenging but good way to learn."

Other comments in a similar way indicate that it is explaining in a screencast that "forces" the student to study the material more deeply.

"You force yourself to understand the mathematics better when you have to explain. There are probably many things I would have taken for granted if I didn't have to understand/explain to such a large extent."

The other 25 comments included points such as "Learning of Geogebra" or "easier to remember", some of which might also be in the category of "learning mathematics". The students' answers show that not only do a large fraction of the students feel that they learn more but that they focus more on studying for understanding simply because they have to.

### 4.2 Discomfort

A theme that very commonly appear in the data is "discomfort" and more specifically "discomfort with hearing one's own voice". After A1 ~50% of the students "agree" or "completely agree" that it is uncomfortable to make an oral presentation.

"The most awful thing about these assignments is definitely that you have to record it, and then have to hear your own voice afterwards trying to explain things that you're not always 100% sure of."

One student, who was requested to participate in an interview specifically due to his negative sentiments to the assignments, said

"For me, the biggest [problem] is my voice [...]. Hearing oneself. I feel like it puts a brake on everything else."

It also appears as if many students feel more exposed when doing a screencast compared with a written assignment. Some students complain that the assignment is "revealing" and therefore makes them feel uncomfortable.

"First of all, it is that is so revealing how little you understand. It is very uncomfortable to present something you don't understand 100%."

A hypothesis when the screencast assignments were introduced, was that the students would feel relatively low levels of anxiety, due to the possibility to rerecord if one was not satisfied. This is also confirmed by some students. One student for example explains:

“you get a completely different type of stress in your body from a written presentation compared to this oral, or visual... video presentation. I didn't feel as stressed about having to explain what I was doing. If I made a mistake, I just smiled and then edited and redid it.”

Other students however feel high levels of anxiety due to the impression that the screencast assignment places a high demand on them to submit a high-quality product.

“I feel that when you record and submit a video, that it then automatically places a higher demand on the structure and presentation. There is in a way a final product that lives forever. But when the presentation is live, it just happens there and then.”

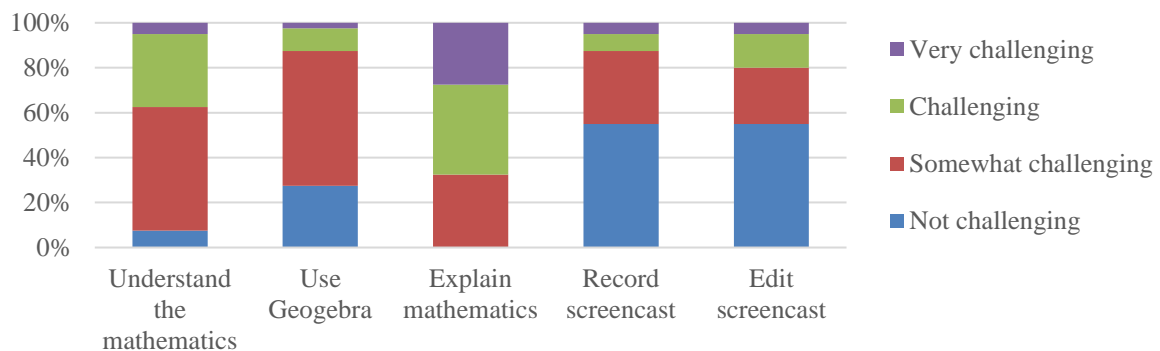
Screencasting can thus both reduce anxiety of presenting or increase it, depending on the perspective of the student.

### 4.3 Time requirement

In 123 comments on what was the worst aspects of the assignment A1, 55 in some way was about the time required to complete the assignment. This was an expected result since the same has been reported in other studies on student-produced screencasts (e.g. Speed, Lucarelli, and Macaulay (2018)) and for many of the students this was the first time they have been given an oral presentation task in mathematics, used Geogebra or recorded/edited a screencast. Most students that specify what it is that is time consuming, blame recording and editing. Inexperience can most likely explain a large part of the time needed to complete an assignment, but another factor has also been identified. Since many students feel that screencasting places high demands on the presentation, even small mistakes in many cases results in a retake of the whole task instead of a simple correction (as one would have done in a live presentation). Such retakes are very time consuming.

### 4.4 Main challenges

After A2 (2022) the students were asked about the main challenges they faced while working with the assignments (*Fig. 1*). 38% of the students report that it was challenging or very challenging to understand the mathematics but 68% report that it was challenging or very challenging to *explain* the mathematics. None of the respondents answered "not challenging" when asked about explaining the mathematics. When asked about recording the screencast (specified that it was the technical aspect that was intended) only 13% answered that it was challenging or very challenging. The corresponding number for "edit screencast" was 20%. Taken at face value these results indicates that the main struggle for the students are not due to technological issues but mathematics (understanding and explaining), which is a positive result since that is exactly were one wants the students to spend their efforts. Many students however report that they experience significant frustration with the assignment due to software or other equipment such as microphones. These are issues that can be expected to decrease with experience.



*Fig. 1. How challenging were the different parts of the Taylor polynomial assignment? (n=40, 40%)*

### 4.5 Change of sentiment

Since most of the reported challenges is “discomfort” or time requirements due to recording and editing, one might expect that the sentiments will improve when their experience with the assignment type, software, etc., increase. This is confirmed in the student responses as shown in *Fig. 2*.

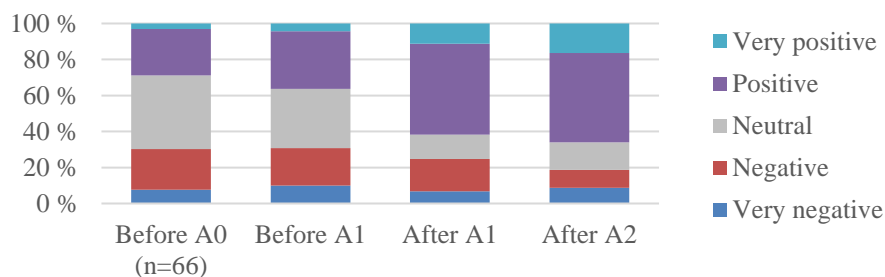


Fig. 2. How has your general sentiment of the Geogebra/screencast assignments been at different stages of the course? (Data from two years,  $n=86$ )

The group with the biggest change is the “neutral” group. Of the 29 students in this group before A1, only one had a worse sentiment of the assignments after A2, 7 students kept the reported sentiment as “neutral”, and 21 students reports an improved sentiment. In an answer on the survey question “Would you choose to do a written assignment instead of a video assignment?” one student answered

“I would most likely [have chosen a written] if video was not required, but now when I have experienced how much you learn I would have chosen video assignment.”

From “after A1” to “after A2” the sentiments did not change very much. 15 students out of the 86 report an improved sentiment and 8 students reports a worsened sentiment. One student comment:

“Doing the assignment became easier because you have acquired better techniques. This meant that mathematics became the focus of the last assignment, while on the first one you only hassle with the “equipment”.”

## 5 SUMMARY AND DISCUSSION

Students experience the Geogebra/screencast assignments in very different ways. Most say that their understanding increase compared to regular calculation tasks, but a large fraction of students feel very uncomfortable with the screencasting and are quite negative as a result. Frustration due to technological issues is a factor in students’ negative sentiments but it appears to be less important. The most prominent negative factor reported by the students is the time required to complete the tasks. Many students report an improved sentiment of the assignments when their experience increase, which was expected, but the improvement going from having experience with one assignment to two, was not significant. Since most students were unfamiliar with the type of tasks, Geogebra, screencasting software, video editing and presenting mathematics orally, the fact that so many students are positive and, in some cases, even enthusiastic, is considered a positive result. In the present study only two (or three, counting A0) assignments were assigned due to practical reasons. One could expect that the experience gained from one or two assignments is not sufficient to bring the negatively contributing factors, such as inexperience with software and discomfort with hearing ones’ own voice, to their lowest possible level and therefore it is not unthinkable that student sentiments for these assignments could become even better.

## 6 REFERENCES

- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2014). Role of expectations and explanations in learning by teaching. *Contemporary Educational Psychology*, 39(2), 75-85. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.01.001>
- NOU 2015:8. (2015). *Fremtidens skole — Fornyelse av fag og kompetanser*. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-8/id2417001/>
- Naalsund, & Skogholt. (2017). Oral presentations as a tool for promoting metacognitive regulation in real analysis. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 22(4), 103–119.
- Olsson, J. (2017). *GeoGebra, Enhancing Creative Mathematical Reasoning*. (PhD). Umeå University, Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-133050>
- Speed, C. J., Lucarelli, G. A., & Macaulay, J. O. (2018). Student Produced Videos - An Innovative and Creative Approach to Assessment. *International Journal of Higher Education*, 7(4). doi:10.5430/ijhe.v7n4p99
- Yang, I., & Lau, B. T. (2018, 2018//). *Undergraduate Students’ Perceptions as Producer of Screencast Videos in Learning Mathematics*. Paper presented at the Redesigning Learning for Greater Social Impact, Singapore.

# Team learning impact on student performance

Associate Professor J.E. Andreassen Østfold University College (Høgskolen i Østfold)

## Abstract

**BACKGROUND:** I wish to study the role group work plays for team learning and its impact on student performance in an educational setting.

**OBJECTIVE:** The purpose of the study is to investigate the interactions between students and subgroups in student teams as function of maturity levels to assess team development for student groups' performance.

**METHODS:** I apply an embedded case study follow four teams of students through a 14-week course of Management Science, and analyse how various topics around group work influence the students' learning process.

Teamwork data is collected from SPGR, as well as qualitative data through case research, while for the assessment of performance outcome of the learning process is students' grades from the summative exam.

**RESULTS:** Three of the teams were able to develop their interactions and thereof display a broader behavioral spectre. The fourth team did not experience such development of group dynamics, due to polarities between group members. Thus, the three student teams that developed their maturity level were able to interact as to the situation and task for a higher performance. In contrast, the fourth team, with lower performance failed to develop such an effectiveness.

**CONCLUSIONS:** Group work increases team learning and student performance, but should be adapted to the specific purpose and context of the team, where students should be provided with knowledge to support the team building process. Compared to the course without group work, the findings from the study show that team learning is beneficial for students' performance.

**Keywords:** Maturity levels; team development; group functions; team learning; group work; SPGR; learning organization.

## 1. Introduction

During my own empirical experience from lecturing over the last fifteen years, I found that the use of student teamwork has gradually increased from being none in my department. However, when I was lecturing in a new subject arose an opportunity to actual investigate the impact of group work on students' performance since it was absent in the previous lecturing.

Thus the study focus on the role of team learning to enhance students' performance, a generic question puzzles scholars', which only have limited success explaining positive relationship between teambuilding and team performance (Stålsett 2017). Notably, "the teambuilding literature tends to comprehend several different perspectives and aspects, and therefore apply an inconsistent definition of the term (Stålsett 2017:90) ".

An exception is Sjøvold (2014:31; 536) that defines teambuilding as "long-term, systematic, and goal oriented tasks, focusing upon normal work tasks in a relevant context, in which the purpose is to improve a team's performance so that it can meet the demands of its surroundings".

**RQ:** Thus, I ask what team factors influence students' performance in this university course? To answer this question, I conducted a longitudinal case study of four student teams, and assessed the student groups' performance.

## 2. THEORY 2.1 Team learning in SPGR

Systematized Person and Group Relations (SPGR) is an integrated model of to map functions and dimension of dynamics in groups and intergroup relations.

### 2.1.1 Basic group functions

Interaction between the following four group functions forms the basis for SPGR-model (Sjøvold 2014:59):

1. Control (C): Goal directed problem solving, vigor and authority
2. Nurture (N): Caring, social openness, creativity
3. Opposition(O): Criticism, competition, and provocation
4. Dependence (D): Loyalty, conformity and acceptance

In addition two indicators for robustness and flexibility are included:

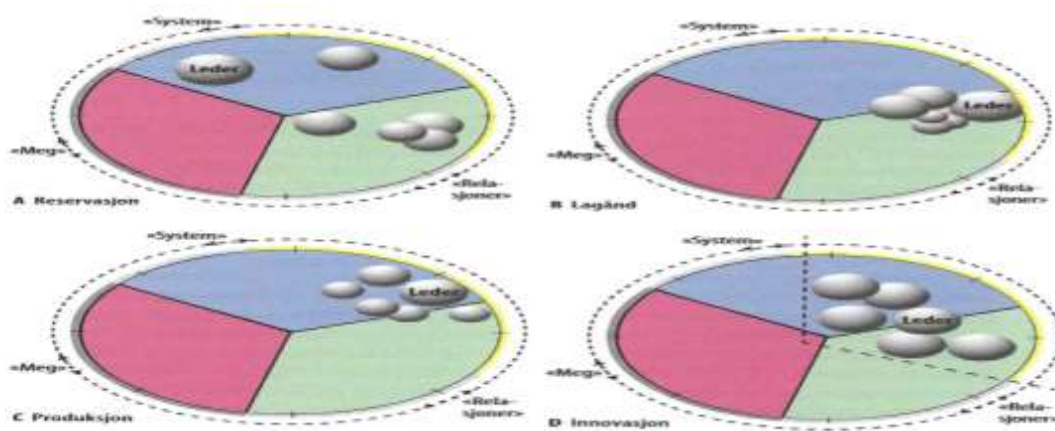
1. Synergy (S) : Engagement, empathy, and cooperation
2. Withdrawal (W): Disheartenment, vagueness, uncertainty

### 2.1.2. Group development of maturity levels

The relationship between functions, control and nurture, as well as, opposition and dependence, are two dimensions illustrated as vectors. A third vector, reservation-innovation as extracted from spin theory reflecting the development of team characterized by the maturity level (figure 1) comprising “four levels of development: reservation, team spirit, production, and innovation—describing groups with accumulating competence and increasing ability to deal with complex tasks and situations» (Sjøvold, 2014:629) as depicted in figure 2.

#### 2.1.2.1 Graphic presentation of maturity levels

The four maturity levels for group dynamics are illustrated examples in figure 2 (Sjøvold 2014:133) as field diagrams for relationship between group members and sub-groups, their influence, and the role of the group leader (“leder” in Norwegian) as discussed below.



**Figure 2: These patterns for four maturity levels (Sjøvold 2014:133) with Norwegian text**

The maturity level reservation (“reservasjon”) is outside the yellow sector, with a polarity between the team members and sub-groups, with varying influence, but with the group leader (leder) depicted as having the largest influence with an authoritarian style and firm leadership focusing on nurture that hold group’s interaction patterns together. Compared to the maturity level innovation (innovasjon), there is no polarities between group members handling all functions, with equal contribution and distribution of influence between group members and group leader allowing opposition as the fourth of the basic group functions in an innovation group. At the maturity level team spirit (“lagånd”), team members and sub-groups are gathered within the yellow sector balancing nurture and control, but influence differs among the members, with a strong group leader being focusing on nurturing and dependence as the most influential. We might sense a polarity between the subgroup of larger influence towards control and a subgroup of less influence towards nurture.

At the maturity level production, (“produksjon”) polarities between groups members are not marked, and the distribution of influence between group member and group leader is relatively equal distributed balancing nurture, control and dependence. The leader has the group attention showing a democratic leader style (Sjøvold 2014:132-134).

### 3. METHOD

I applied an embedded, single-case design (Yin 2014) using both quantitative and qualitative methods. During the semester, I conducted several interviews with both individual students and student groups. To gather the quantitative data the Systematizing Person-Group Relation (SPGR) instrument was applied (Sjøvold 2002). To reply to the questionnaire of 24-item behavior scale of the study is based on self and peer ratings

#### 3.1 Case description

The data was collected from four student teams attending a 14 weeks elective course on Management Science (Operasjonsanalyse) at the Business Administration Bachelor programme on HiØ. It was a blended student group in their third and fifth semester.



The teaching included as well as group work during these weeks, with the hand in of ten assignments where seven were group assignments and the remaining ones were individual. To start team building, students work groups were formed in the introduction lecture.

Students were introduced to SPGR in the sixth week of the semester, and each team replied to the standard questionnaire on 24 questions. This study involved four student teams, with three to five members in each team. The participants included both female (F=4) and male (M=14) students. Due to anonymize participants refers to student applying the male term in the text.

#### 4. ANALYSIS

##### 4.1 Analysis of team two (gruppe 2)

An analysis of how group members perceive each other's interaction behavior and function of team two is depicted in the average field diagram below (figure 4a). It displays a three dimensional (3D) plotting of the SPGR scores with red, blue and green sections representing opposition, control and nurture behavior. Each letter identifies group members A, B, C and D with a related circle in the field diagram. The data from the questionnaire for group members is presented in such shapes, with a score for each. It consists of three figures (x,y,z) that will determine the student's location in the field diagram as well as recorded in the table below the graphic of the field diagram.

The four group functions represent poles in two of the underlying dimensions in SPGR: A high level on the X-variable (Positive/Negative) indicates degree of friendliness and group-oriented behavior versus individualistic and anti-social behaviors on lower levels. A high level on the Y-variable (Forward/Backward) indicates level of task focus, following plans and obeying authority versus creativity, socializing and non-commitment on lower levels. The Z-dimension (Up/Down) is denoted by the size of the circle, and indicates how dominant an individual member is perceived; i.e. "how much room they take" in the group. High levels of influence are indicated by a large circle, while a small circle reflects a member taking less room and has less influence in the team (Sjøvold 2002). The x,y and z value is based on the imaginary x, y and z-axis where these three score values range from + 18 to -18 with "0" in the centre of the diagram (Sjøvold 2002). In addition, each circle are filled by a certain color indicating the supported group functions.

A yellow circle indicates a balanced spectrum of behaviors: A blue circle documents task-oriented and analytical behavior. A green circle shows friendly, informal, open, and democratic behavior. A red circle display a critical and disputatious behavior. A light grey circle exhibits cautious and obedient behavior. Lastly, a dark grey, small circle illustrates a person who is as resigned and uninterested in the team as a whole.

Furthermore, white dotted circles in the average field diagram display each individual respondent's rating. Thus, the more divergent the team members' mental models are, the wider the dispersion of dotted circles (Stålsett 2017:118).

In the table below the average field diagram follows the grades for each student e.g. for A, both as a letter (C) and a figure (3), before showing the average overall performance for team two calculated to 2,8 that equals to a grade slightly below C.

The average field diagram displays the relation between the different students. A more detailed picture of the behavior that leads to their position in the field diagram is examined by the adaptability profile. However, not depicted though at times commented on in the text.

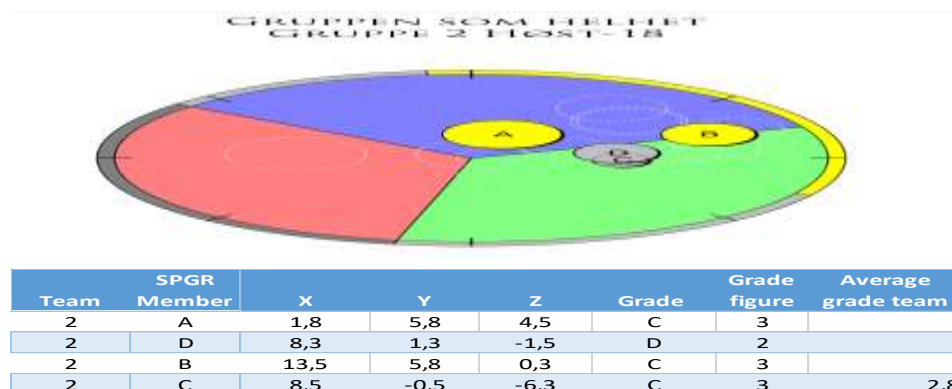


Figure 4a: Average field diagram with coherent table for team two.

To characterize the level of team development for team two, require an analysis of group dynamics, polarization and unifications between roles and subgroup behavior. These elements are based on the students' average mental perspectives as depicted in the field diagram above.

To start with the role of student A; he masters the different group functions as displayed by the yellow colour although his position is towards the authoritarian area, but the SPGR space he shows sufficient flexibility in his behavior not to be restricted to a certain role. He operates with a dominant influence reflected in the size of the circle that amounts to the space he takes in the group 2.

A similar pattern of flexibility behavior is conducted by B in his interaction with the same level of task orientation, however, clearly more group focused than A, being the second largest influencer of the group members.

While D with the third largest influence has tendency to display a dependent behavior as marked by light grey colour, interacting mainly in the group orientation function with cautious and obedient behavior. But, he pays less attention to the tasks than A og B. C have a similar approach towards dependence, with group oriented behavior like D's level, but being the least task-oriented and least influential member of team two.

The analysis of the group dynamics shows a polarisation in the group characterized by fragmented behavior and uneven distribution of influences. Team members, A and B, are able to handle most functions as the most influential, while D and C, show a more group orientated with dependent behavior, but less influence. The complexity of the group dynamics is towards reservation in the grey zone characterized by an influential group leader outside the yellow zone of the peripheral of the field diagram, where team two's interaction patterns in the grey zone limits teamwork. Thus, for team two it indicates a maturity level fitted with the complexity of a reservation group in line with the field diagram examples from figure 2 (Sjøvold 2014:133) as portrayed previously.

As a group of four members, but where the main contributions came from two, A and B, and partially C, could have accounted for the lower performance in team two as a reservation group that depending on each member's contributions. Even if A, B and C contributions could have compensated for this, still the case might be that they have not the capacity to perform on a higher level.

#### 4.2 Analysis of team four (gruppe 4)

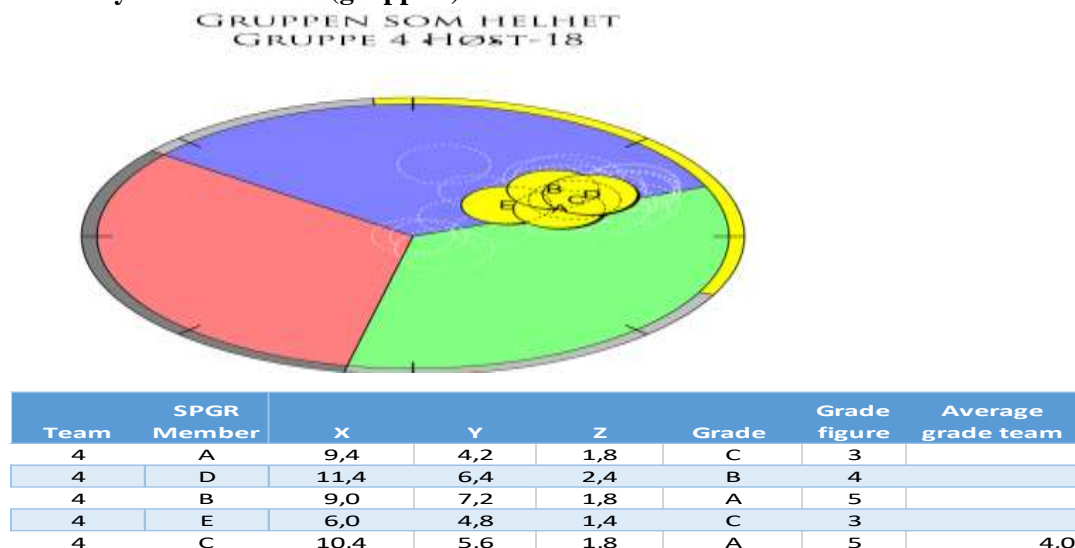


Figure 5a: Average field diagram with coherent table for team four.

To discuss the group dynamics of team four relates to the average field diagram.

Nevertheless, it seems like team two managed to share a community with certain identity, where establishment of a set of norms and they showed a "We" feeling internally that is contrasted to some "Others" that characterize the maturity level of a team spirit group. This is line with my observation of team four aiming at the highest grade (A) as an efficiently group working with ability to share specific tasks. The average SPGR-field analysis shows that all members were able to master all roles, but with some deviating mental views, the team had willingness to defer to the norms coherently.



As such, team four could be a typical group at this level of team in e.g. football, with a group dynamics on the maturity level of team spirit where leadership managed the functions of nurture and dependence. The team benefitted probably from the group leader's experiences in a sport team with a firm leadership, and team four managed by their joint directed effort to perform well achieving an average grade on B (4,0).

#### 4.3 Analysis of team five (gruppe 5)

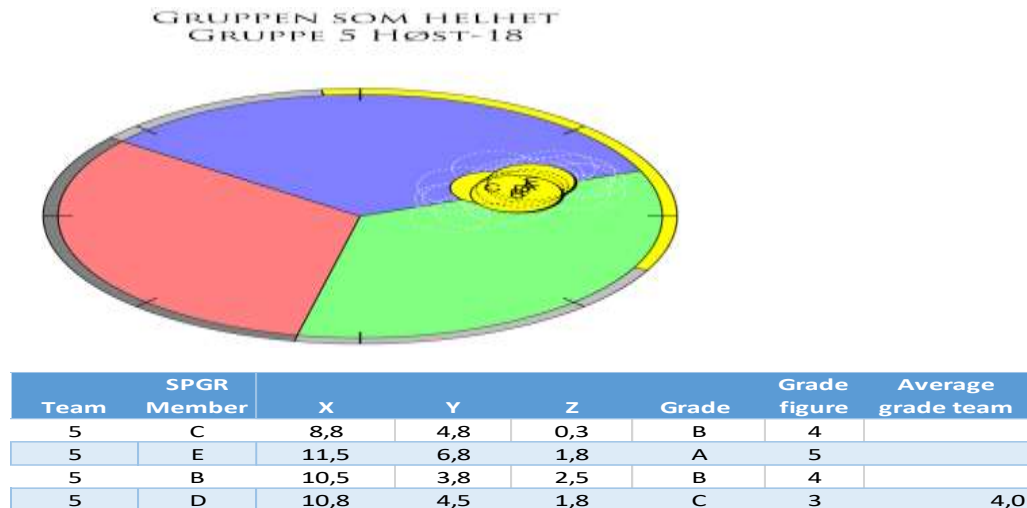


Figure 6a: Average field diagram with coherent table for team five.

To discuss the group dynamics of team five relates to the average field diagram.

The analysis of the whole group dynamics shows a gathered group with interactions of joint behavior and shared distribution of influences. The complexity of the group dynamics is characterized as team spirit placed inside the yellow zone of the peripheral of the field diagram. This includes the as well the dotted circles, showing small dispersion in the group's dynamic.

Each member in team five views that every student master all different functions with minor deviation of their mental views illustrated in the field diagram. Influence does not differ much, and adjusted for A's deviating view, the need for a strong leadership is limited since all members handle all functions (Sjøvold 2006:47). The interaction patterns fit with maturity level of a team spirit group for team five, supported by the complexity of the group dynamics placed inside the yellow zone of the peripheral of the field diagram.

#### 4.4 Analysis of team three (gruppe 3)

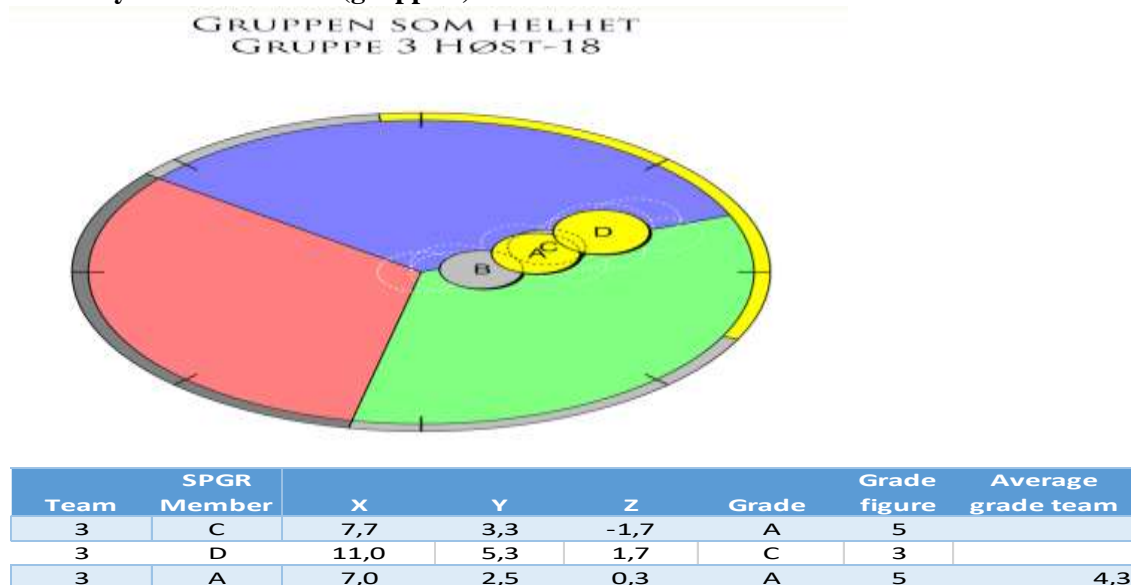


Figure 7a: Field diagram with coherent table for team three.

To discuss the group dynamics of team three relates to the average field diagram.

Even the group members differed age wise, but also in experiences, the team members managed to share a community with certain identity, establishing a set of norms and a “We” feeling that characterize the maturity level of a team spirit group (Sjøvold 2014:86) that is in line with my observations. Team three was a compounded group from the start point aiming at the grade C, but that gradually developed through goal directed effort to mobilize their resources supported by a strong leadership that managed to fulfil the nurture and dependence functions (Sjøvold 2014:86; 293). The SPGR-field analysis shows a group with a complexity of group dynamics on the maturity level of team spirit. Team three was able to benefit on their blend of experiences and maturity, and with a common identity allowed a free rider’s leave, maintaining the group dynamics for team learning achieving an average grade above B (4,3).

## **5.1 DISCUSSION AND CONCLUSIONS**

### **5.1 Discussion**

Four student groups’ teambuilding starting at the beginning of the semester, and reported on the group progress weekly together as a part of their hand-in assignments.

One of the four teams, team two, was on the lowest maturity level “reservation” and achieved a student average group grade below C. It was less positive development than the other teams that exercised a “team spirit” as maturity level with higher performance reflected in the average student grades on or above B.

The findings for team two indicate dysfunctional group dynamics in student group’s relationship, with a polarization between its group leader and one member, revealed by the mental views of team members. Team three had a similar team member, but who left during the semester. This exit might have increased the synergy level enabling the highest performance of the teams by releasing team three capacity to focus on the team process and the task for their teamwork. In contrast, for team two, one team member’s lacking adaptability and task contribution limited the team development to a reservation group and the group’s capability to perform.

Both team four and five seem to have gone through a positive development to become team spirit groups able to perform on a higher level.

### **5.3 Conclusions**

Three of the most central concepts of the model, group functions, balance, and maturity levels are investigated and how the SPGR model connects maturity, task, and situation to group effectiveness. My analysis of group effectiveness of four student groups explores two levels of maturity, reservation and team spirit. The study investigates how these maturity levels are a function of how well the group fits its task and situation at hand to assess the teams’ performance. The maturity levels or team development are functions of the student teams’ dynamics adaptable to performance, and higher team dynamics for team three, four and five explain higher level of student performance assessed as their grades. Lower team dynamics for team two explain lower level of student performance assessed as their grades. Compared to a similar course with only individual student work the previous year, the findings from the case study show that team learning is beneficial for students’ performance.

### **References**

- Sjøvold, E. (2002). "The SPGR manual." Oslo: SPGR publishing.
- Sjøvold, E. (2006). "Maturity and effectiveness in small groups." *Nordic Psychology* 58(1): 43-56.
- Sjøvold, E. (2014). *Resultater gjennom team*. Oslo, Universitetsforl.
- Sjøvold, E. (2014). *Teamet: utvikling, effektivitet og endring i grupper*, Universitetsforl.
- Stålsett, K. (2017). "At the Frontline: Enabling Teams to Adapt to Uncertainty and Ambiguity."
- Yin, R. K. (2014). *Case study research : design and methods*. Los Angeles, Calif, SAGE.

# Studentaktiv læring i elektromagnetisme

E. Fjeld, F. Hansen, and B. V. Tveraaen, *Universitetet i Sørøst-Norge (USN)*

**ABSTRACT:** I denne artikkelen presenteres et studentaktivt undervisningsopplegg hvor studentene bygger små elektromotorer ved hjelp av lego. Bakgrunnen for undervisningsopplegget er å synliggjøre faglig relevans av elektromagnetisme for elektrostuderenter. Målet er at det skal bidra til økt faglig forståelse, praktisk erfaring og være en morsom aktivitet midt i semesteret som kan bidra til økt sosialt samhold og læringsmiljø i klassen. Bygging av lego-motorer ser ut til å kunne ha bidratt til å øke studentenes faglige forståelse rundt hensikten med en kommutator i en DC-motor. Det er tydelig at læringsaktiviteten har gitt studentene praktisk erfaring og at de hadde det gøy sammen, noe som kan bidra til læringsmiljøet i klassen. Til senere gjennomføring, bør byggetiden reduseres, slik at flere studenter har mulighet til å delta.

**KEYWORDS:** studentaktiv læring, elektromotor, lego, gamification

## 1 INNLEDNING

Første del av ingeniørstudier bærer ofte preg av mye generell opplæring i matematikk og fysikk. Dette er viktige basisemner, men som dessverre ofte har høy strykprosent. Emnene er tradisjonelt preget av mye teoretiske utregninger, og det er ikke alltid den faglige relevansen til den spesifikke studieretningen er tydelig for studentene tidlig i studiet, noe som kan påvirke faglig engasjement og læring. I denne artikkelen presenteres et undervisningsopplegg som skal synliggjøre hvorfor grunnleggende forståelse for prinsippene i fysikkemnet elektromagnetisme er viktig for elektroingeniører. Fenomenet det er valgt å fokusere på, er at en strømførende leder i et magnetfelt, vil oppleve en magnetisk kraft. Det blir satt søkelys på hvordan dette kan utnyttes for å få en elektromotor til å rotere. Målet med undervisningsopplegget er ikke bare å synliggjøre faglig relevans, men også at det skal bidra til økt faglig forståelse, praktisk erfaring og være en morsom aktivitet midt i semesteret som kan bidra til økt sosialt samhold og læringsmiljø i klassen. For å oppnå målene, ble det tatt utgangspunkt i at faglig forståelse fremmes ved at studentene har en aktiv rolle i egen læringsprosess gjennom deltakelse, samarbeid og å «tenke høyt» (Sawuer 2014). Det ble det utviklet en studentaktiv læringsaktivitet hvor studentene skulle bygge sin egen elektromotor ved hjelp av lego. Artikkelen gir innføring i teori, beskrivelse av opplegget og en evaluering av gjennomføringen, slik at det kan være til nytte for andre som ønsker kan teste ut et liknende undervisningsopplegg.

## 2 BYGGING AV LEGOMOTOR

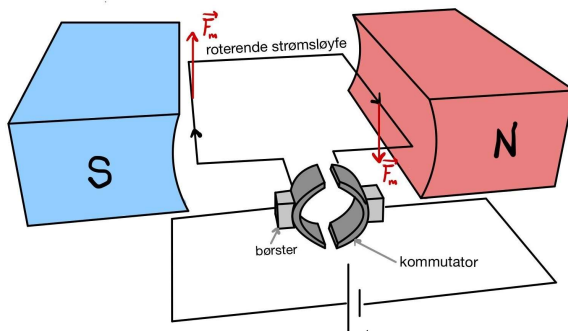
### 2.1 Teori

Én av de fundamentale prinsippene i elektromagnetisme, er at det virker magnetiske krefter på elektriske ladninger som er i bevegelse. Siden elektrisk strøm er ladninger i bevegelse, betyr det at det vil virke magnetiske krefter på en strømleder. Den magnetiske kraften ( $F_m$ ) på en strømleder, er gitt av

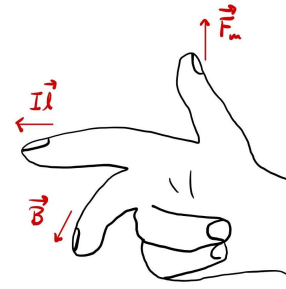
$$\vec{F}_m = I\vec{l} \times \vec{B} \quad (1)$$

hvor  $I$  er strømmen i lederen,  $l$  er lengden på lederen og  $B$  er magnetfeltstyrken (flukstettheten). Kryssproduktet i likning (1) kan løses matematisk, hvor studentene da kan finne både størrelsen og retningen på den magnetiske kraften. Studentene må sørge for å lage strømforsyningen, slik at det går strøm i kretsen når lederen befinner seg i magnetfeltet, som illustrert i figur 1.

I denne oppgaven, trenger ikke studentene regne ut størrelsen på den magnetiske kraften, men de må kunne bestemme retningen. Dette kan gjøres ved hjelp av den såkalte høyrehåndsregelen, illustrert i figur 2. Når studentene anvender dette på en strømsløyfe plassert i et magnetfelt, vil de også innse at strømretningen må endres etter en halv rotasjon for å få strømsløyfa til å fortsette å rotere i samme retning. Dette gjøres av en kommutator som sørger for at til-ledningene kobles til motsatt pol når kretsen har rotert en halv runde, som illustrert i figur 1. Den roterende strømsløyfa (viklingen) kan bestå av flere vindinger for å få økt kraft.



Figur 1: Prinsipp DC motor. Magnetiske krefter får strømsløyfa til å rotere. Kommutatoren sørger for å bytte strømretningen, slik at sløyfa hele tiden roterer i samme retning.



Figur 2: Høyrehåndsregelen som gir retningen på den magnetiske krafta i henhold til likning (1).

## 2.2 Metode

Mange kurs i elektromagnetisme tar for seg bygging av en DC-motor. Det finnes flere måter å lage en slik motor på. Ofte benyttes et enkelt byggesett, som gir svært begrensede frihetsgrader når det kommer til utformingen av motoren. For å muliggjøre mer avanserte motorer, er det et alternativ å la studentene få bruke alt de har tilgjengelig. Dette kan imidlertid virke overveldende på de studentene som har lite praktisk erfaring. For å få til endel frihetsgrader, men samtidig gi alle studentene det samme utgangspunktet, ble det valgt å benytte lego som byggesett. Hver studentgruppe fikk utdelt bokser med legodeler som muliggjør mange ulike utforminger av motoren, se figur 3. I tillegg inneholdt boksen 6 meter kobbertråd, strips, 4 neodym-magneter og en sukkerbit. I tillegg ble det satt opp en felles teststasjon som vist i figur 4, hvor følgende var tilgjengelig: Litt tykkere kobbertråd (for å lage kommutatoren), loddebolt (for å lodde på den tykkere kobbertråden), limpistol (bl.a. for å feste magnetene på legobitene) og DC strømforsyning. Strømforsyningen ble satt på 30 V og 3 A.



Figur 3: Utstyr til hver studentgruppe. Lego, kobbertråd, magneter, strips og sukkerbit.



Figur 4: Felles teststasjon med strømforsyning, loddebolt og limpistol.

Før den praktiske motor-byggingen, ble nødvendig teori gjennomgått i forelesning. Studentene fikk også jobbet med oppgaver på teoretisk øving som gikk ut på å beregne størrelse og finne retning på magnetisk kraft i hht likning (1) og høyrehåndsregelen. Bygging av legomotor var ikke et obligatorisk arbeidskrav for studentene i emnet, så de meldte seg på i grupper på 2-3 personer. For å få flest mulig til å melde seg på, ble det lokket med pizza til alle deltakere. Studentene fikk 4.5 timer til bygging av legomotoren. Hjelp fra emneansvarlig og laboratoriepersonell var tilgjengelig hele tiden. Hjelpen ble tilpasset gruppa, slik alle studentene fikk laget en fungerende motor innen den tilgjengelige tiden.

Zaminuddin et al. (2020) har evaluert litteraturen som finnes på «gamification» og funnet at det kan tyde på at vennlig konkurranse kan være en effektiv strategi for å intensivere læring, ved å øke studentenes engasjement og motivasjon, akademisk prestasjon og sosiale tilknytning. Det ble derfor valgt å arrangere byggingen av lego-motorene som en konkurranse mellom de ulike gruppene, med premie til gruppa som klarte å lage motoren med høyest omdreiningshastighet. Omdreiningshastigheten ble målt ved hjelp av en STANDARD AT-6 turteller.

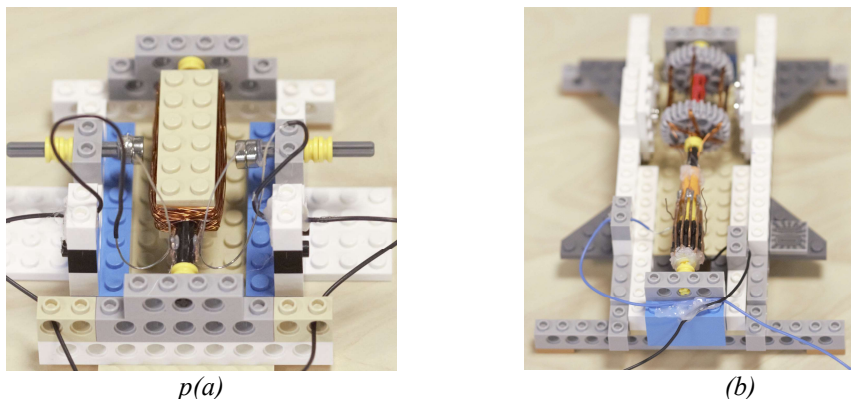
## 2.3 Resultater og diskusjon

15 av totalt 51 studenter deltok på legomotor-byggingen (altså ca 30 %), fordelt i 7 grupper. Alle gruppene klarte å lage en motor som roterte. To av motorene er vist i figure 5. Motorene hadde variasjoner i legokonstruksjon, størrelse og form på den roterende strømsløyfa, antall viklinger, kommutator design og justering av børstene. De fleste gruppene lagde kommutatoren ved å plassere de to endene av rotorviklingen på motsatte sider av rotorakselen og lodde på tykkere ledertråd for å få større kontaktflate. Børstene ble presset mot akslingen med en liten radiell kraft.

Den mest fundamentale forskjellen mellom de ulike motordesignene, var antall viklinger på rotoren. Figur 5(a) viser et eksempel med én vikling. Rotoren blir kun utsatt for et dreiemoment akkurat idet denne viklingen er i nærheten av magnetene. Denne motoren likner mest på prinsippskissa i figur 1.

For å redusere «død-sonene» (delen av rotasjonsbevegelsen hvor det ikke virker noe dreiemoment på rotoren), kan det lages flere viklinger i ulike plan, som vist i eksempelet i figur 5(b). Da vil det virke et dreiemoment på rotoren i en større andel av rotasjonsbevegelsen. Flere viklinger vil imidlertid gjøre at kommutatoren trenger flere kontaktflater og dermed blir mer kompleks. I praksis kan det også være utfordrende å gi hver vikling god kontakt i en stor del av rotasjonsbevegelsen. Motoren i figur 5(b) viser dette prinsippet.

Til tross for mange ulike design, viste det seg at finjustering av børstene var den mest kritiske faktoren når det kom til hvor stor rotasjonshastighet motorene klarte å oppnå. Vibrasjoner og liten kontaktflate mellom børster og kommutator kan føre til en høy kontaktmotstand. Dette vil redusere strømmen og derfor svekke den magnetiske kraften. Motstanden kan reduseres ved å presse børstene mot kommutatoren med større kraft. Dette øker imidlertid friksjonen, så en balanse må finnes for optimal ytelse. Det er antatt at dette er hovedforklaringen på at motoren med kun én vikling (figur 5a) oppnådde høyere hastighet (3480 rpm) enn motoren med tre viklinger (figur 5b).



Figur 5: Eksempler på ulike motordesign (Foto: Mariken Kjøhl-Røsand).  
(a) Én vikling. (b) Tre viklinger med separate kommutatorpar.

## 3 EVALUERING AV UNDERVISNINGSSOPPLEGG

### 3.1 Metode

Siden dette var et nytt undervisningsopplegg, var det ønskelig å evaluere måloppnåelsen i etterkant. Det ble derfor delt ut et evalueringsskjema etter motor-byggen, som alle deltakerne svarte på, for å kartlegge studentenes opplevelse av økt faglig forståelse, praktiske erfaring og om de hadde det gøy.

Faktisk økt faglig forståelse er vanskelig å måle, men det ble stilt et par faglige kontrollspørsmål i den påfølgende forelesningen. Ett spørsmål gikk på anvendelse av høyrehåndsregelen på en strømsløyfe i et magnetfelt, se figur 6(a), mens et annet gikk på hva hensikten med en kommutator er. Målet var å se om de som deltok i motor-byggingen svarte annerledes enn de som ikke deltok. Her ble programmet Mentimeter brukt, siden det har funksjonen segmentering, som gjør at studentene kan svare anonymt, men man kan fremdeles se hva de svarte på ett spørsmål avhengig av hva de svarte på et annet.

Til slutt var det ønskelig å forsøke å finne ut hvorfor det var en stor andel av klassen som ikke deltok i motor-byggingen. Studentene som deltok ble spurt om hva som motiverte de til å delta, mens de som ikke deltok, ble spurt om hva hovedårsaken til dette var.

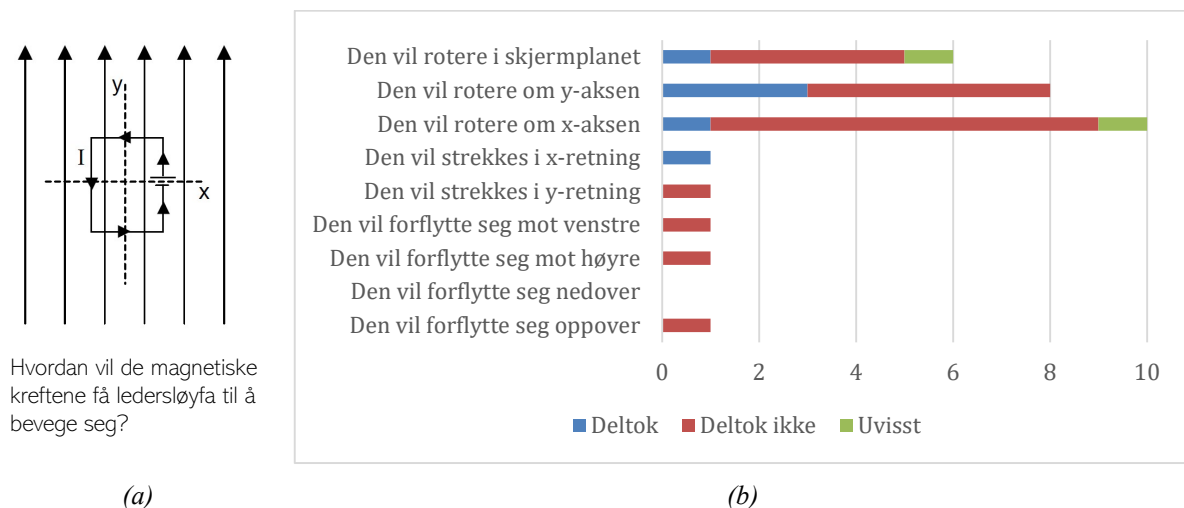


## 3.2 Resultater og diskusjon

### 3.2.1 Måloppnåelse

11 av de 15 studentene som deltok, oppga etter byggingen at de i stor grad eller i svært stor grad var enige i at de hadde fått økt sin faglige forståelse. På teori-spørsmålene stilt i den påfølgende forelesningen, klarte imidlertid kun 1/6 som deltok å svare riktig på spørsmålet som krevde anvendelse av høyrehåndsregelen, se figur 6(b). 8/21 av de som ikke deltok svarte riktig på dette spørsmålet. Det kan være mange faktorer som påvirker et slikt resultat, men det kan tyde på at studentene ikke fikk økt forståelse for høyrehåndsregelen ved å delta i motor-byggingen. På spørsmålet om hva hensikten med en kommutator er, svarte alle som deltok i konkurransen rett, mens 16/20 som ikke deltok svarte rett. Dette kan tyde på at bygging av en motor bidro til økt forståelse av hensikten med en kommutator og dermed også økt faglig forståelse av hvordan en motor fungerer.

14 av 15 deltakere oppgir at de i stor grad eller i svært stor grad opplevde å få økt sin praktiske erfaring. Samtlige deltakere sier seg i stor grad eller i svært stor grad enige i at de hadde det gøy under motorbyggingen. 13 av 15 deltakere svarte at de ville anbefale opplegget for neste års studenter (de resterende to deltakerne svarte ikke på dette spørsmålet).



Hvordan vil de magnetiske kreftene få ledersløyfa til å bevege seg?

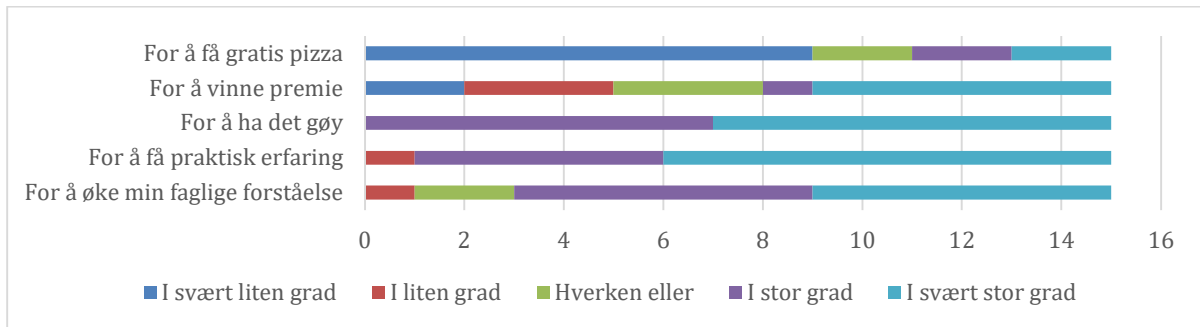
Figur 6: (a) Kontrollspørsmål stilt i forelesningen etter motorbyggekonsurransen. (b) Segregering av svarene avhengig av om studentene tidligere har svart at de deltok i motor-byggingen eller ikke.

### 3.2.2 Motivasjon for deltakelse

Studentene som deltok i motorbyggingen, ble spurt i hvor stor grad ulike faktorer bidro til at de meldte deg på. Resultatet er vist i figur 7. Her kan vi se at det ikke var pizzaen som var avgjørende. De fleste meldte seg på for å ha det gøy, for å øke sin praktiske erfaring og sin faglige forståelse.

Fra figur 7 kan det også sees at en del meldte seg på for å vinne premie. Studentene som deltok, ble spurt om i hvor stor grad de likte at motorbyggingen ble arrangert som en konkurranse. Her svarte 12/15 «i stor grad» eller «i svært stor grad». Det er ikke overraskende at de som valgte å melde seg på, var de som blir «trigget» av en konkurranse. Det var derfor ønskelig å høre med de som ikke deltok, om dette skyldes at det var en konkurranse. Blant studentene som ikke deltok, svarte ingen at dette skyldes at de ikke liker konkurranser. Manglende deltakelse ble oppgitt å hovedsakelig skyldes at det tok for lang tid og at de måtte prioritere andre emner (17/27 svar) eller pga ekstern jobb (6/27). Dette viser at konkurranse-aspektet er viktig å beholde, men man bør forsøke å korte ned på gjennomføringstiden, slik at flere studenter kan prioritere deltakelse.

De fleste gruppene brukte hele byggetiden på 4.5 time, men det anslås at denne tiden kunne blitt redusert ved å ha flere teststasjoner, så studentene ikke trengte å stå i kø for å få loddet eller testet motoren sin, noe som tok tid fra motor-byggingen. Med flere teststasjoner, kunne byggetiden blitt redusert med anslagsvis 1-1.5 time. Dette hadde kanskje også bidratt til at flere studenter hadde prioritert å delta.



Figur 7: Resultater fra deltakerne på motor-byggingen på spørsmålet «I hvor stor grad bidro følgende faktorer til at du deltok på motor-byggingen?»

#### 4 KONKLUSJON

Bygging av lego-motorer ser ut til å kunne ha bidratt til å øke studentenes faglige forståelse rundt hensikten med en kommutator i en DC-motor. Det er tydelig at læringsaktiviteten har gitt studentene praktisk erfaring og at de hadde det gøy sammen. Dette kan bidra til godt læringsmiljø i klassen, selv om dette ikke er mulig å måle med denne studien. Til senere gjennomføring, bør antall teststasjoner økes og byggetiden bør reduseres, slik at flere studenter vil prioritere å delta.

#### REFERENCES

Biggs, J. & Tang, C. (2011). Teaching for Quality Learning at University. Berkshire: *Open University Press*.

Zainuddin, Z. et al.(2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Educational Research Review*, vol. 30.

# Studentenes tilbakeblikk og refleksjoner over et studentaktivt undervisningsopplegg med praktiske oppgaver i fysikk

Guri Sivertsen Korpås, Trine Høyberg Andersen,  
*Institutt for fysikk, NTNU Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet*

**SAMMENDRAG:** Studentaktive undervisningsformer har vist seg å være effektive for studenters læring. Derfor utviklet vi et undervisningsopplegg i fysikk, hvor gruppearbeid, diskusjoner og praktiske oppgaver stod sentralt. Deler av undervisningen foregikk i et areal tilrettelagt for studentaktivitet, gjennom bruk av teknologi. I 2017 etter første runde med denne undervisningen, ble det gjennomført en kvalitativ studie med intervjuer av studentene, hvor deres erfaringer ble kartlagt. Senere har studentene gått videre til ulike studieprogram. Vi har nå, flere år senere, undersøkt hva studentene husker og vektlegger fra dette studentaktive undervisningsopplegget og hvordan de reflekterer rundt dette i dag. Gjennom åpne spørsmål i et anonymt spørreskjema har vi samlet inn kvalitative data. Spørreskjemaet ble sendt ut til studenter som deltok i undervisningen, og som fortsatt studerte ved NTNU. I denne artikkelen vil vi vektlegge og presentere de funnene som går på de fysikkfaglige aspektene gjennom bruk av praktiske oppgaver. Som undervisere utdyper vi disse funnene. Våre funn viser at studentene husker de praktiske forsøkene og at de opplevdes som motiverende. Videre framhever studentene hvordan praktiske forsøk bidro til forståelse av teori, og ikke minst til deres læring.

## 1 INTRODUKSJON

Kunnskapsdepartementet anbefalte allerede i Stortingsmeldingen Kultur for kvalitet i høyrere utdanning (Meld. St. 16 (2016-2017)) økt bruk av aktive læringsmetoder. Freeman et al. (2014) har vist at aktive læringsformer øker studentenes prestasjoner innen MNT-fag, vi bruker deres tolkning av aktiv læring: *“Active learning engages students in the process of learning through activities and/or discussion in class, as opposed to passively listening to an expert. It emphasizes higher-order thinking and often involves group work”* (p. 8413). Når studentaktive læringsformer implementeres er det naturlig å gjøre dette gjennom gruppearbeid (Prince, 2014), hvor studenter jobber sammen på de samme oppgavene og hvor målet er å skape en felles forståelse (Mercer & Littleton, 2007). Dette var utgangspunktet for det undervisningsdesignet vi utarbeidet for et fysikkemne, som var del av forkurs for ingeniørutdanning, hvor praktiske oppgaver og diskusjoner var sentrale elementer. I de studentaktive øktene brukte studentene ofte dataloggere, noe som gjorde det mulig å følge tidsavhengige målinger. Disse aktivitetene var inspirert av ideene om sanntidsmålinger i fysikk av Sokoloff et al. (1999), og Van Hauvelen (1991) sin strategi som går ut på å gjennom problemløsning lære seg "å tenke som en fysiker".

I fysikk er det lang tradisjon for å bruke eksperimenter i undervisningen. Slike forsøk kan ha ulike funksjoner, blant annet kan formålet være å lære studenter å bruke laboratorieutstyr, eller som en innføring til et tema for å skape en "felles plattform av erfaringer". Forsøk kan også ha som mål å bevisstgjøre studenter på egne erfaringene eller illustrere et fenomen, mens andre formål er å bruke forsøk som "fasit" på teoretiske utregninger, eller til testing og repetisjon (Angell et al., 2016). Vi ønsket i vår undervisning å bruke forsøk for å skape felles erfaringer, illustrere fenomener, samt sjekke teoretiske utregninger. Dette var utgangspunktet for de praktiske forsøkene vi introduserte i vårt emne i 2016. Studentenes erfaringer fra dette opplegget og hvordan undervisere kan tilrettelegge for samarbeidslæring er tidligere blitt publisert (Andersen & Korpås, 2022). Vi har nå, flere år senere, undersøkt hva det er studentene husker og hvilke refleksjoner de har gjort seg. Studentene har erfaringer fra ulike studier innen MNT-området bak seg, og kan reflektere i lys av disse erfaringene. Det er spesielt deres refleksjoner og erfaringer fra bruk av praktiske oppgaver i fysikk vi ønsker å presentere her.



## 2 KONTEKST

Emnet som studentene ser tilbake på er et fysikkemne ved forkurs for bachelor ingeniørstudier som går over ett studieår. Studieårene 2016/17 og 2017/18 la vi om undervisningen for to klasser, hvor vi reduserte antall forelesninger og økte antall timer med studentaktivitet. Studentene hadde felles forelesninger i et auditorium og klassevise arbeidsøkter. I disse arbeidsøktene var begge undervisere til stede, og studentene jobbet med praktiske forsøk, diskusjonsoppgaver og regneoppgaver. Halvparten av disse øktene foregikk i et læringsreal spesielt tilrettelagt for studentaktivitet, rommet var utstyrt med gruppebord og hver gruppe hadde sin egen digitale skrivbare skjerm, som dannet et felles fokus i gruppearbeidet (Andersen et al., 2018). Gruppene ble organisert av oss undervisere og vi endret gruppesammensetningen jevnlig. Målsetningen vår med de praktiske forsøkene var å sørge for at studentene fikk innsikt i fysiske fenomener, kunne sammenligne utregninger og virkelighet, samt (at de fikk en felles erfaringsbase som vi kunne bygge videre på.

## 3 DATAINNSAMLING

En anonym spørreundersøkelse, ble i 2021 sendt ut til alle studenter som hadde studierett ved NTNU på dette tidspunktet. Av i alt 62 mottakere var det 16 som responderte, og de representerte 12 ulike studieprogram innen MNT-området.

Spørreundersøkelse bestod av flere åpne spørsmål. Her ser vi på de spørsmålene som omhandler praktiske forsøk, eller der hvor studentene i sine svar kommer inn på dette: *“Hva husker du fra undervisningen i fysikk ved forkurs, hvilke inntrykk sitter igjen og hvordan tenker du rundt dette i dag?”*, det påfølgende spørsmålet: *“Hvordan var det å jobbe med praktiske problemstillinger i fysikk?”* og de avsluttende spørsmålene: *“Hvordan lærer du best?”* og *“Hvis du sammenligner undervisningsopplegget i fysikk med de emnene du har hatt senere, hva er likt og hva er ulikt?”*. Det er gjennomført en kvalitativ analyse av hele datamaterialet som vil bli presentert i en senere artikkel, mens vi her presenterer data knyttet til studentenes erfaringer og refleksjoner over bruken av praktiske oppgaver i fysikkundervisningen.

En begrensning ved denne studien, er at det er relativt få respondenter, siden vi kun hadde tilgang til studentene via NTNU sitt e-postsystem. På den annen side representerer respondentene et stort spekter av MNT-relaterte studieprogram ved NTNU.

## 4 STUDENTENES ERFARINGER OG REFLEKSJONER

Når vi ser på studentenes svar fra spørreundersøkelsen som gjelder bruk av praktiske oppgaver i fysikk, er det hovedsakelig tre aspekter som går igjen. Det første aspektet omhandler studenter som beskriver konkrete praktiske oppgaver som de fortsatt husker og hvordan disse blant annet fungerte som motivasjon. Det andre aspektet som studentene trekker fram, er hvordan praktiske oppgaver bidro til forståelse og læring i fysikk, og til sist hva de selv mener er viktig for deres egen læring generelt.

### 4.1 Favoritteksperiment og motivasjon

Flere av studentene husker spesifikke eksperimenter og praktiske oppgaver flere år senere, og beskriver disse: *“Jeg husker fortsatt at vi gjorde forsøk hvor vi testet friksjon på ulike objekter”*, mens en annen student sier: *“Jeg husker at vi gjorde ting i praksis, som å se på et kjøleskap og lydbølgeinterferens osv.”*. Studentene refererer til flere forskjellige praktiske forsøk. Det forsøkene har til felles, er at de har bidratt til en økt motivasjon for fysikk: *“Jeg likte det veldig godt. Fysikk er mye gøyere og forståelig når man ser det i praksis!”*. Fysikk ble av flere beskrevet som et krevende fag hvor den praktiske tilnærmingen: *“Gav større innsikt og forståelse av lover i fysikken, og hjalp til å holde motivasjonen for å jobbe med faget”*, og *“Jeg likte det veldig godt. Fysikk er mye gøyere og forståelig når man ser det i praksis!”*.

### 4.2 Praktisk tilnærming til fysikk for å forstå teori

I tillegg til at de praktiske forsøkene førte til økt motivasjon, sier studentene at de bidro til deres forståelse og læring: *“Eksperimentene vi gjorde var relevante for det vi lærte. Det var stilig å se at det vi regnet ut på papiret faktisk fungerte i den virkelige verden. Jeg tror mitt favoritteksperiment var det hvor vi skulle regne ut hvor langt en ball ville bli skutt ut fra en fjærkanon og så faktisk bruke en fjærkanon”*. Flere av studentene trekker fram det å kunne se sammenhengen mellom egne beregningene

og praktiske forsøk: *“Jeg digget å se at utregningene vi gjorde faktisk fungerte i den ekte verden. Jeg husker spesielt dobbeltpalteeksperimentet, at maten vår reflekterte det som skjedde på ekte det var skikkelig stilig!”* Dette sier studentene bidrar til at de: *“Husker mer av teorien om man har sett det i praksis”* og det er *“Veldig bra å få en ”reel” forståelse for hva problemene faktisk innebærer i praksis”*. Videre gjør den praktiske tilnærmingen det mulig å se sammenhengen også når man må ta hensyn til andre aspekter som påvirker resultatet, ved å: *“la oss utføre praktiske forsøk for å bevise teori, evt. vise hvordan antagelser i fysikk (feks friksjon/luftmotstand) kan sterkt påvirke resultat”*. En student trekker her fram et konkret eksperiment: *“Likte og at det var mindre forsøk/eksperimenter vi gjennomførte som gjorde det enklere å få et teoretisk grep om hvordan konseptene kunne se ut i praksis. Eksempelvis bordtennisball med kontrollerte startverdier kunne sendes/skytes opp i en plastkopp på avstand, der man regnet ut den teoretiske avstanden på forhånd for å sammenligne med avstanden som var nødvendig i praksis og videre forklare hvordan avviket oppsto”*. Studentene beskriver at det hjalp å “se” det man regnet på i fysikk fordi: *“Det gav et bedre helhetsbilde og hjalp med visualiseringen av de teoretiske problemstillingene som kom på eksamen”*. Noe som igjen bidro til en positiv opplevelse av fysikk: *“[Jeg] startet året med å skjønne veldig lite i fysikk og da jeg sluttet fikk jeg det godt til og fant mye glede i fysikk takket være opplegget på forkurset”*.

### 4.3 Studentenes læring

Når studentene beskriver hva som er viktig for at de skal lære fysikk, vektlegger de helheten og hvordan teorien og det praktiske henger sammen: *“Blanding av teori og praksis har vært viktig for min læring. Jeg trenger å ha noe praktisk å gjøre for å få en skikkelig forståelse om hvordan teorien fungerer. Samtidig trenger jeg også teori for å få kunnskapen for å oppnå forståelse”*. Det å jobbe systematisk og sammen med andre ser også ut til å være viktig for flere av studentene: *“Jobbe jevnt, noe jeg ble veldig flink til på forkurset. Prøve å forstå ting underveis, ikke bare rett før eksamen. Jobbe med medelever, diskutere med andre og komme fram til en løsning på et problem sammen. Spørre foreleser om man ikke forstår. Bruker mye tid på studier generelt, kommer ikke av seg selv”*. Som en av studentene oppsummerer, er det behov for: *“Tid til å ikke bare gjøre oppgavene, men også forstå hvordan ting henger sammen”*. For læring skjer gjennom: *“engasjement og aktivisering. Det å delta aktivt i læringen”*.

## 5 VÅRE REFLEKSJONER OG TANKER

Når vi ba studentene tenke tilbake på undervisningen de hadde for tre til fem år siden var vi spente på om de ville huske noe i det hele tatt. Når vi selv ser tilbake på egne studier eller kurs vi har gjennomført noen år tilbake i tid, er det ikke alltid så mange detaljer som dukker opp. Derfor var det for oss overraskende å oppdage at studentene både husker spesifikke elementer og forsøk, men også mer overordnede perspektiver flere år senere. Mange av studentene beskriver som sagt konkrete forsøk og hvordan disse har vært med på å illustrere fenomener, vært en innføring til tema eller har fungert som en etterprøving av egne utregninger. Dette er ifølge Angell et al. (2016) eksempler på ulike funksjon eksperiment kan ha i undervisningen, og når forsøk brukes på denne måten kan det påvirke studentenes motivasjon for faget, noe studentene også beskriver at det gjorde. I tillegg bidrar forsøkene til å etablere et felles erfaringsgrunnlag som kan brukes i den videre undervisningen. Når studentene får mulighet til å sammenligne teoretiske utregninger med praktiske forsøk er dette et godt utgangspunkt for videre diskusjoner og eventuelt korrigeringer av egne oppfattelser (Angell et al., 2016).

Våre intensjoner med de praktiske forsøkene var å gi studentene innsikt i fysikkfaglige problemstillinger og samtidig skape en felles erfaringsbase som vi kunne bygge videre på. Vi valgte derfor helt bevisst å ha mange mindre eksperimenter hvor vi oppfordret til diskusjon og refleksjon både gjennom skriftlige spørsmål og muntlig når vi gikk rundt og veiledet studentene. Kommentarene studentene kommer med nå i etterkant, viser at de har oppfattet at dette var vår intensjon. Samtidig ser det ut til å ha bidratt til økt motivasjon for faget og samtidig gjort fysikken mer tilgjengelig. Studentene har oppfattet at forsøkene var der for å støtte læringsprosessen og ikke som en kontroll av allerede kjent teori. Forsøkene har bidratt til at studentene har sett sammenhengen mellom teorien og det praktiske.

Det var som sagt viktig for oss undervisere at både vi og studentene fikk felles erfaringer som vi kunne henvise til, og bygge videre på i undervisningen. Gjennom egne studier har vi begge opplevd at undervisere har kommet med utsagn av typen: *“Alle har jo erfaring med...”*. Når du som student ikke

har denne erfaringen, som for eksempel det å ha sett inni en radio, mobiltelefon eller lignende, så gir ikke slike henvisninger mening, det blir snarere en fremmedgjøring. Referer man derimot til: “*Som vi alle så på økta i går...*”, er det kun hvis man ikke deltok at man ikke vet hva det henvises til. Når vi ser at studentene i ettertid ikke bare trekker fram et enkelt forsøk, men mange forskjellige, tyder det på at det her er mange erfaringer å ta av, og at flere av forsøkene har bidratt til økt forståelse i fysikk.

Et viktig aspekt med dette undervisningsopplegget er at det ser ut til å ha bidratt til økt interesse for fysikk: “*Har ved flere anledninger tenkt på at den fysikken vi hadde på forkurs var den perfekte introduksjonen til de prinsipp vi lærte, og gjorde meg veldig interessert i fysikk*”. Studentene fremhever at det å “se” fysikk gjennom forsøk bidrar til deres læring, og enkelte stiller også spørsmålet: “Er det mulig å lære fysikk uten å gjøre praktiske forsøk?”. Sett i lys av disse resultatene mener vi det er tankevekkende at de praktiske forsøkene i grunnleggende fysikkemner ofte ser ut til å bli nedprioritert, og dersom studentene først gjør praktiske forsøk er det rapportering som vektlegges.

## 6 TAKK TIL STUDENTENE

Vi vil rette en stor takk til studentene som besvarte spørreundersøkelsen og delte sine tanker og refleksjoner med oss. Dette har gitt ny innsikt og vært lærerikt.

## REFERANSER

- Andersen, T. H. & Korpås, G. S. (2021). 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>
- Andersen, T. H., Korpås, G. S., Hansen, G., & Kahrs, M. S. (2018). The interactive whiteboard supports joint focus in collaborative learning. *Proceedings of the 46th SEFI Annual Conference, Creativity, Innovation and Entrepreneurship for Engineering Education Excellence*, 549-556.
- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2016). *Fysikk didaktikk*. Cappelen Damm.
- 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. *Proceeding of the national academy of sciences of the United States of America*, 111(23), 8410–8415.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Leijon, M., Nordmo, I., Tieva, Å. & Troelsen, R. (2022) Formal learning spaces in Higher Education –a systematic review. *Teaching in higher education, Ahead –of-print*, 1-22.  
<https://doi.org/10.1080/13562517.2022.2066469>
- Meld. St. 16 (2016-2017). *Kultur for Kvalitet I høyere utdanning*. Kunnskapsdepartement.  
<https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/meld.-st.-16-20162017/id2536007/>
- Mercer, N., & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the Development of Children's Thinking. A sociocultural approach*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203946657>
- Prince, M. J. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Sokoloff, D. R., Thornton, R. K. & Laws, P. W. (1999). *RealTime Physics*. New York: John Wiley and Sons.
- Van Heuvelen, A. (1991). Learning to think like a physicist: A review of research-based instructional strategies. *American Journal of physics*, 59(10), 891-897. <https://doi.org/10.1119/1.16667>

# Å lære eller ikke lære – bruk av obligatoriske innleveringer i realfag

T. F. Gregers og M. S. Granberg, *Kompetansesenter for undervisning i realfag og teknologi, matematisk-naturvitenskapelig fakultet, Universitetet i Oslo, postboks 1048, Blindern, 0315 Oslo*

**NØKKELOD:** obligatoriske innleveringer, aktive læringsformer, læringsutbytte, vurdering, constructive alignment

## 1 ABSTRACT

Obligatoriske innleveringer er aktive læringsformer som benyttes i de aller fleste emner innen MNT fagene. Ved Det matematisk-naturvitenskapelig fakultet ved Universitetet i Oslo leverer studentene flere obligatoriske innleveringer hver uke.

I denne studien har vi sendt et spørreskjema til studenter på 22 ulike emner og stilt spørsmål knyttet til hva de tror er hensikten med innleveringene, hvordan innleveringene påvirker deres arbeidsprosess samt om, og i så fall hvordan, de benytter tilbakemeldingene de får på innleveringene i sin egen læringsprosess.

Resultatene viser at en hovedvekt av studentene er positive til obligatoriske innleveringer fordi det hjelper dem med å jobbe jevnt med faget. Derimot er det en stor andel studenter som ikke ser sammenhengen mellom innleveringene og læringsutbyttet i et emne. Tilbakemeldinger på innleveringene brukes i hovedsak til å rette opp feil og for å få godkjent. Resultatene viser at det er behov for en tydeligere kopling mellom obligatoriske læringsaktiviteter og læringsutbytte i et emne.

## 2 BAKGRUNN OG TEORI

Obligatoriske innleveringer i form av obliger, labrapporter eller feltrapporter er aktive læringsformer som benyttes i de aller fleste emner innen matematikk, naturvitenskap og teknolog (MNT) fagene, ofte som et insentiv for å få studentene til å arbeide jevnt gjennom semesteret. Dette er gjerne basert på ideen om at hvis studentene jobber jevnt, lærer de mer [1], mens det i realiteten ofte handler om at arbeidskravene er noe studentene *gjør* fremfor at de fremmer læring [2].

Det finnes en rekke studier som viser at obligatoriske innleveringer kan brukes for å hjelpe studenter med å repetere fagstoff, få tilbakemeldinger og lære seg innholdet i emnet de tar. Det kan også bidra til å utvikle en forskende tilnærming til ulike problemstillinger, utvikle tekniske ferdigheter, kritisk vurderingsevne samt skrive- og regneferdigheter [3, 4]. I et nylig studie i matematikk ble det derimot vist at obligatoriske innleveringer ikke førte til bedre faglige prestasjoner, men at studentene utviklet bedre arbeidsvaner og fikk økt mestringsfølelse [5].

Ved Det matematisk-naturvitenskapelig fakultet (MN) ved Universitetet i Oslo (UiO) leverer studentene flere obligatoriske innleveringer hver uke. Studentene må ha et visst antall innleveringer godkjent for å kunne gå opp til endelig eksamen. En reel problemstilling er hvorvidt mange og overlappende innleveringer fører til at studentenes fokus blir å få ting unna heller enn å sette seg inn i, og lære, fagstoffet. Vi ønsket derfor å undersøke hvordan studentene arbeider med obligatoriske innleveringer og hvorvidt disse arbeidskravene fører til økt opplevd læringsutbytte.

## 3 METODE

Et spørreskjema ble sendt til 22 ulike emner. De fleste emnene var på bachelornivå. Her stilte vi spørsmål knyttet til hva de tror er hensikten med innleveringene, hvordan innleveringene påvirker deres arbeidsprosess samt om, og i så fall hvordan, de benytter tilbakemeldingene de får på innleveringene i sin egen læringsprosess. Spørreskjema inneholdt både spørsmål med avkrysningsmulighet og spørsmål med åpne tekstsvare. De åpne tekstsvarene ble analysert ved hjelp av tematisk analyse [6].

## 4 RESULTATER

Det 336 studenter som svarte på undersøkelsen. Andelen studenter som svarte var fra 5% på de emnene med lavest respons til 40% på emnene med høyest respons. Det var flest matematikk- og informatikkstudenter som

responderte, men studenter fra fysikk, kjemi, biologi, geofag og farmasi var også representert i undersøkelsen. På spørsmålet om antall obligatoriske innleveringer svarer studentene som vist i tabell 1.

Tabell 1 Antall obligatoriske innleveringer i emnet

Antall innleveringer	Antall svar (N=363)	Andel i %
1	4	1.1
2	86	24.6
3	20	5.7
4-6	73	20.9
7-10	116	33.1
>10	51	14.6

Det er nesten 50% av studentene som har mer enn 7 innleveringer i løpet av et semester i ett emne. Hvert emne er på 10 studiepoeng og en student med normalprogresjon tar tre emner (tilsvarer 30 studiepoeng) hvert semester. Syv eller flere innleveringer i ett emne betyr at hver enkelt student kan ha like mange innleveringer i emner de tar samme semester. Enkelte studenter kan derfor ha 20 - 30 innleveringer (eller mer) på et semester.

#### 4.1 Hensikt med obligatoriske innleveringer

Resultatene viser at en hovedvekt av studentene er positive til obligatoriske innleveringer fordi det hjelper de med å jobbe jevnt med faget:

«Å hjelpe studentene med å jobbe jevnt gjennom semesteret, slik at man ikke havner altfor langt bak med en gang.»

Flere er også positive til at innleveringene gjør studentene klare til eksamen:

«Det er en god måte å sikre at man faktisk lærer det man skal og at man er klar for eksamen, det er litt pes når man står i det men det er lett å se at det i sin helhet hever læringsutbyttet jeg fikk av faget.»

Derimot er det en del studenter som ikke ser sammenhengen mellom innleveringene og læringsutbyttet i et emne.

«Jeg erfarer jeg at innleveringene har lite relevant innhold til fagstoff og eksamen. Derfor blir det heller å lære seg å løse nye typer oppgaver enn å anvende kunnskapen du har.»

Noen hevder til og med at innleveringene tar bort tid fra å lære pensum, noe som antyder at studentene ikke opplever at innleveringene hjelper dem med å lære det faglige, men er noe som kommer i tillegg til å lære pensum.

«Jeg har endt med å lære nok til å kunne levere en oblig jeg tror vil bli godkjent, uten å ha tid til å sette meg inn i pensum.»

«Obligatoriske innleveringer blir bare en hindring fra å faktisk lære seg pensum på sin egen og optimale måte»

#### 4.2 Arbeidsprosess knyttet til obligatoriske innleveringer

Studentene har oftest to eller flere muligheter til å få en innlevering godkjent, og mange studenter er positive til to eller flere mulige sjanser. Spesielt knytter de det til muligheten for å lære av feil og rette opp i misoppfatninger:

«Det at det er to forsøk på å få obliger og rapporter godkjent gir rom for å rette opp feil gjort under første innlevering for så å rette opp og lære av de feilene.»

Hele 36.6% av studentene oppgir at de kun har én sjanse på å få godkjent. Noen studenter opplever dette som positivt fordi det gjør dem skjerpet og mer nøye med arbeidet:

«Det gjør meg mer skjerpet på å starte i god tid og jobbe grundig.»

«Dette gjør at jeg er mer nøye fordi jeg bare har ett forsøk.»

Men mange opplever at kun ett forsøk skaper unødvendig mye stress da de kan risikere å miste muligheten til å ta eksamen i emnet:

«Det gjør at man stresser mye mer med innleveringene som man kun har en sjanse på. Hvis ikke den blir godkjent så vil man ikke kunne gå opp»

Det ser også ut til at kun ett forsøk tvinger frem et fokus på å få rett svar mer enn å oppnå læring:

«Med bare et forsøk går obliger fra å være lærerikt, til å være en stor stressfaktor med fokus på å få korrekt svar heller enn å lære stoffet.»

Dette kan i sin tur stimulere til mer uetisk adferd som fusk:

«Dette tvinger elevene til å måtte ta svar fra andre eller i det aller minste sammenligne veldig mye ettersom at det gjør det veldig risikabelt å tenke selv, fordi hvis du misforsto noe betyr det at du stryker i faget.»

### 4.3 Bruk av tilbakemeldinger

Hele 95% av studentene svarer at de får tilbakemeldinger på innleveringene, og stort sett kommer tilbakemeldingene i løpet av en ukes tid. Tilbakemeldinger på innleveringene brukes i hovedsak til å rette opp feil og for å få godkjent. Noen opplever dette som positivt og bruker tilbakemeldingene aktivt i sitt eget læringsarbeid.

«Det viser meg hva jeg har gjort feil og det å lære av feil er svært nyttig.»

«Bruker tilbakemeldinger til å rette opp, da lærer man mye.»

Andre opplever at tilbakemeldingene gir lite eller de bruker de i liten grad:

«Ofte generiske tilbakemeldinger. Får ofte lite ut av dem.»

«Jeg skimleste gjennom tilbakemeldingen, og tenkte egentlig ikke mer over det.»

En interessant observasjon er at endel studenter ikke har tid til å se på tilbakemeldingene fordi de ofte kommer når de allerede er i gang med andre innleveringer som må prioriteres:

«Har egentlig ikke tid til å se gjennom, fordi jeg må begynne på neste innlevering og da har jeg allerede glemt alt stoffet.»

«Dessverre var det ofte svært lite «ekstra» tid til at jeg kunne sette meg ned å lese nøye.»

Studentene opplever altså at de trenger ekstra tid for å kunne bruke tilbakemeldingene på en innlevering i læringsarbeidet sitt.

## 5 DISKUSJON

Resultatene fra spørreundersøkelsen viser at studentene i stor grad er positive til obligatoriske innleveringer fordi det sikrer et jevnt arbeidstrykk gjennom semesteret. Det er derimot mindre åpenbart at studentene oppnår læringsmålene i emnet gjennom de obligatoriske læringsaktivitetene. En tydeligere sammenheng mellom de obligatoriske innleveringene og læringsutbytte i et emne ser derfor ut til å være nødvendig.

Sammenheng mellom emnets læringsutbyttebeskrivelse, læringsaktiviteter og vurdering av studentenes læring er det John Biggs definerer som «constructive alignment» hvor studentene selv konstruerer sin egen kunnskap gjennom relevante læringsaktiviteter [7]. En klar sammenheng mellom det studentene lærer, hvordan de blir vurdert og hvordan de blir undervist vil bidra til bedre læring, men dette må tydeliggjøres overfor studentene.

«Constructive alignment» kan bidra til bedre læring blant studenter i høyere utdanning dersom:

- Studentene forstår hvilket læringsutbytte de oppnår ved å jobbe med obligatoriske innleveringene. Dette kan hjelpe dem til å forstå hva som forventes av dem slik at de legger ned nødvendig innsats i emnet.
- Studentene forstår at innleveringene er relevante for læringsmålene og vurderingsmetodene i emnet, for eksempel eksamen. Dette kan det bidra til at studentene blir mer engasjerte og motiverte for å lære.
- Studentene får læringsfremmende tilbakemeldinger på innleveringene som viser studentenes fremgang i emnet. Dette vil kunne hjelpe dem til å identifisere de delene av emnet hvor de trenger å forbedre seg.

Et tydelig mål med læringsaktivitetene kan bidra til at studentene tar en aktiv rolle i sin egen læringprosess og hjelper dem til å bli mer selvstendige i læringsarbeidet – en kompetanse som er viktig å ha med seg langt utover den tiden de bruker i høyere utdanning.

Et viktig premiss for at «Constructive alignment» skal bidra til læring er at studentene får læringsfremmende tilbakemeldinger på innleveringene. I vår undersøkelse ser vi at de fleste studentene får tilbakemeldinger og mange bruker tilbakemeldingene aktivt, men tilbakemeldingene brukes først og fremst for å få innleveringene godkjent og i mindre grad for å sikre læring. Vi vet ikke noe om hvor lang tid det tar før studentene får tilbakemeldinger, men vi ser at i tilfeller med mange innleveringer får studentene mindre tid til å bruke tilbakemeldingene på en god måte. Tilbakemeldingene oppleves heller ikke alltid som nyttig. Dette kan være

med å forsterke inntrykket av manglende samsvar mellom mellom det studentene opplever som pensum og obligatoriske innleveringer. Å sikre «constructive alignment» samt bygge en god tilbakemeldingskompetanse – både hos undervisere og studenter - blir en prioritet ved MN fremover.

## 6 REFERANSER

1. Cooper, H., J.C. Robinson, and E.A. Patall, *Does homework improve academic achievement? A synthesis of research, 1987–2003*. Review of educational research, 2006. **76**(1): p. 1-62.
2. Haugan, J., M. Lysebo, and P. Lauvas, *Mandatory coursework assignments can be, and should be, eliminated!* European Journal of Engineering Education, 2017. **42**(6): p. 1408-1421.
3. Bonham, S.W., D.L. Deardorff, and R.J. Beichner, *Comparison of student performance using web and paper-based homework in college-level physics*. Journal of research in science teaching, 2003. **40**(10): p. 1050-1071.
4. Morrel, J.H., *Using problem sets in calculus*. Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies, 2006. **16**(4): p. 376-384.
5. Holden, T. and A. Burazin, *Mandatory Assignments and Learning Achievement in a Mathematics Service Class*. PRIMUS, 2022: p. 1-15.
6. Braun, V. and V. Clarke, *Using thematic analysis in psychology*. Qualitative research in psychology, 2006. **3**(2): p. 77-101.
7. Biggs, J., *Aligning teaching for constructing learning*. Higher Education Academy, 2003. **1**(4): p. 1-4.

# Erfaring frå bruk av mappevurdering med formativ vurdering og redusert karakterskala på delarbeid

Bjarte Hoff, Annette Fossli Brustad, og Hilde Henriksen,  
*Institutt for elektroteknologi, UiT Noregs arktiske universitet*

**ABSTRAKT:** Artikkelen viser gjennomføring og resultat ved bruk av mappevurdering, der delarbeid er vurdert med ein redusert karakterskala. Erfaringar og utfordringar er diskutert, samt administrative hinder for å gjennomføre denne typen vurdering.

## 1 INTRODUKSJON

I undervisning er det alltid ein balanse mellom oppfylging og tilrettelegging av undervisning og tidsbruk. Mappevurdering er over lang tid lyfta fram som ein metode for å få studenten til å framheva formativ vurdering og eigenutvikling [1, 2], men kan også bli tidskrevjande av faglærar med mange arbeid skal vurderast først formativt og så summativt. På grunn av Korona pandemien er det i aukande grad brukt individuelle innleveringar, som avgrensa tida til gjennomgang av kvart enkelt arbeid. Det er derfor eit behov for undervisnings- og vurderingsmetodar som er effektive. Teknikkane som her er tatt i bruk er inspirert av foredraget [3] av Edström og Kutteneuler.

Denne artikkelen omhandlar erfaringane med bruk av mappevurdering frå tre ulike fag innan elektroteknologi, der ulike metodar for formativ vurdering er tatt i bruk, samt redusert karakterskala på delarbeid. Formålet er å undersøka om dette aukar læringsutbytte innanfor tilgjengeleg tidsressursar.

## 2 METODE FOR GJENNOMFØRING

Studenten blir vurdert gjennom innlevert mappe og får sin sluttkarakter på skalaen A-F, mens enkelt delarbeid i mappa blir vurdert på ein grovare skala. Dei tre faga som har tatt dette i bruk har implementert tre ulike måtar for tilbakemelding og formativ vurdering.

### 2.1 Fag 1: ETE-2801 Elektriske installasjonar

Faget er delt opp i seks modular, der kvar modul ha ei skriftleg innlevering og kvarandevurdering. Kvar modul blir køyrt over to veker, som starta med forelesing og gjennomgang av viktig pensum og eksempel, etterfylgt av sjølvstudium og til slutt kvarandevurdering av innlevert arbeid. Studentar som gir god kvarandevurdering til ein medstudent blir premiert med eit poeng. Typiske feil som går igjen hos fleire studentar blir også gjennomgått i fellesskap. Basert på tilbakemeldingane, har studentane moglegheit til å forbetra det innleverte arbeidet før endeleg vurdering og poengsum blir satt. Innleveringsoppgåvene er individuelle og tar utgangspunkt i det elektriske anlegget i studenten sin eigen bustad, slik at alle oppgåvene blir ulike.

Mappa består av fylgjande element med tilhøyrande poeng:

- Seks skriftlege innleveringar (0, 1 eller 2 poeng)
- Seks kvarandevurderingar (0 eller 1 poeng)
- Munnleg eksamen (0, 5, 13 eller 20 poeng)

Sluttkarakter er bestemt frå totalt oppnådd poengsum som vist i Tabell 1.

Tabell 1. Karakterskala i fag 1

Karakter	A	B	C	D	E	F
Poeng	35-38	30-34	22-29	19-21	16-18	0-15



## 2.2 Fag 2: ELE-2502 Elektronikk 1

Faget vurderast ved hjelp av fem digitale testar i Canvas og ein munnleg eksamen. Testane er fordelt utover semesteret og blir gjort tilgjengeleg så snart pensumet er gjennomgått. Studentane kan gjere testane når de ynskjer innanfor en periode på 2 veker. Dei får to forsøk på testane og moglegheit til å få tilbakemelding etter kvart forsøk. Spørsmåla i testane hentast frå en spørsmålsbank i Canvas, slik at alle testane blir ulike. Den munnlege eksamen er basert på heile pensum i faget. Studentane leverer inn ein video på eit sjølvvalt tema frå pensum før eksamen, og får spørsmål frå både videoen og resten av pensumet på eksamen.

Mappa består av fylgjande element med tilhøyrande poeng:

- Fem digitale testar i Canvas (0, 0.8, 1.2 eller 2 poeng, per test)
- Munnleg eksamen (0, 8, 15 eller 20 poeng)

Sluttarakter for faget er basert på dei samanlagte poenga frå digitale testar og munnlege eksamen som vist i Tabell 2.

Tabell 2. Karakterskala i fag 2

Karakter	A	B	C	D	E	F
Poeng	27-30	23-26	19-22	15-18	12-14	0-11

## 2.3 Fag 3: ELE-2602 Mikrokontrollere

Faget har mappevurdering som består av 5 delarbeid:

- Programmeringsoppgåve 1 (0, 3, 6 og 10 poeng)
- Programmeringsoppgåve 2 (0, 3, 6 og 10 poeng)
- Programmeringsoppgåve 3 under tilsyn (0, 15, 30 og 50 poeng)
- Digital test 1 (0 til 15 poeng)
- Digital test 2 (0 til 15 poeng)

Programmeringsoppgåvene som utgjer tre av arbeida i mappa er vurdert på ein grov skala som gir poeng tilsvarende ikkje bestått, bestått, bra og veldig bra. Frå dei to digitale testane er oppnådd poengsum brukt direkte som del av totalsummen.

I motsetning til fag 1 og 2, er det ikkje gitt fleire forsøk på delarbeid eller ein formalisert form for tilbakemelding undervegs.

Sluttarakter er berekna ut frå totalt oppnådd poeng etter skalaen vist i Tabell 3.

Tabell 3. Karakterskala i fag 3

Karakter	A	B	C	D	E	F
Poeng	90-100	80-89	60-79	50-59	40-49	0-39

## 3 RESULTAT

### 3.1 Fag 1: ETE-2801 Elektriske installasjonar

Det faglege opplegget nemnt i seksjon 2.1 er gjennomført i 2020 og 2021, der talet på studentar og innverknad på strykprosenten er vist i Tabell 4. Tal frå 2019 og 2022 etter er tatt med for samanlikning, der vurderingsforma var prosjekt og skriftleg eksamen.

Tabell 4. Fag 1: Deltakarar og strykprosent

År	2019	2020	2021	2022
<b>Deltakarar i faget</b>	16	21	11	12
<b>Svart på evaluering</b>	7	20	11	6
<b>Strykprosent</b>	6 %	14 %	0 %	0 %

Gjennom sluttevalueringar er det kartlagt kva studentane sjølv tenker om vurderingsform, samt det konkrete opplegget i seksjon 2.1. Relevante spørsmål og svar er her gjengjeve i Tabell 5 til Tabell 7.

Tabell 5. Fag 1: Evaluering av vurderingsform

<b>Kva vurderingsformer ville du helst hatt i faget? (fleire svar moglege)</b>	2020	2021	2022
Skriftleg eksamen	35 %	36 %	50 %
Mappevurdering (innleveringar + munnleg eksamen)	60 %	64 %	50 %
Prosjekt	25 %	9 %	67 %
Munnleg eksamen	10 %	18 %	33 %

Tabell 6. Fag 1: Evaluering av kvarandrevurdering

<b>Korleis fungerte det med kvarandrevurdering for innleveringsoppgåvene?</b>	2020	2021
Gode tilbakemeldingar	10 %	82 %
Enkelte gongar god tilbakemelding, andre gongar mangelfull	65 %	18 %
Lite utbytte og lite hjelp i tilbakemeldingane	25 %	0 %

Tabell 7. Fag 1: Evaluering av karakterskala

<b>Kva syntes du om at innleveringar og munnleg eksamen har ein grovare</b>	2020	2021
Ville heller hatt resultat i prosent	10 %	9 %
Bra	20 %	45 %
Ville heller hatt bokstavkarakterar	30 %	9 %
Usikker / ingen meining	40 %	36 %

### 3.2 Fag 2: ELE-2502 Elektronikk 1

Mappevurderinga som nemnt i seksjon 2.2 er gjennomført i 2020 og 2021. Tabell 8 viser deltakarar og strykprosent frå 2020 til 2022, der tal frå 2022 er tatt med for samanlikning. Vurderingsform i 2022 var også mappevurdering, men ikkje med en grovare skala og med skriftleg test under tilsyn i staden for munnleg eksamen.

Tabell 8. Fag 2: Deltakarar og strykprosent

År	2020	2021	2022
<b>Deltakarar i faget</b>	22	35	20
<b>Svart på evaluering</b>	4	15	4
<b>Strykprosent</b>	5 %	11 %	0 %

Studentane har gitt tilbakemelding på vurderingsform og opplegget gjennom en sluttevaluering, der resultatet er vist i Tabell 9 og Tabell 10. For vurderingsform så er resultatet variert, men dei fleste studentane ynskjer å ha mappevurdering i faget. Studentane synes også at en grovare vurderingsskala er eit bra opplegg.

Tabell 9. Evaluering av vurderingsform

<b>Kva vurderingsformer ville du helst hatt i faget?</b>	2021	2022
--	------	------

## MNT konferansen 2023 - UiS

Skriftleg eksamen	20 %	0 %
Munnleg eksamen	13 %	0 %
Mappevurdering som i dag	33 %	100 %
Mappevurdering med andre element	13 %	0 %
Prosjekt	20 %	0 %

Tabell 10. Evaluering av karakterskala

<b>Kva syntes du om at canvastestar og munnleg eksamen har ein grovare</b>	<b>2021</b>
Bra	53 %
Ville heller hatt resultat i prosent	0 %
Ville heller hatt bokstavkarakterar	20 %
Ville heller hatt bestått/ikkje bestått	0 %
Usikker / ingen meining	27 %

### 3.3 Fag 3: ELE-2602 Mikrokontrollere

Mappevurderinga som nemnt i seksjon 2.3 er gjennomført i 2021 og 2022. Tal frå 2020 er tatt med som samanlikning, der mappevurdering vart innført på kort varsel pga. Koronapandemien og innehalddt to programmeringsoppgåver og ein munnleg test.

Oversikt over deltakarar og strykporsent er vist i Tabell 11. Det er her verdt å nemna at faget generelt har låg eller null i strykporsent, sidan svake studentar har ein tendens til å falle frå og ta faget opp på nytt eit seinare semester.

Tabell 11. Fag 3: Deltakarar og strykporsent

År	2020	2021	2022
<b>Deltakarar i faget (på eksamen)</b>	22	12	19
<b>Svart på evaluering</b>	6	Munnleg evaluering i fellesskap	6
<b>Strykporsent</b>	0 %	8 % (ein stryk)	0 %

Gjennom evaluering i 2022 er det undersøkt kva vurderingsform studentane sjølv ynskjer, der mappevurdering kjem best ut som vist i Tabell 12.

Tabell 12. Fag 3: Evaluering av vurderingsform

<b>Hvilken vurderingsform ville du foretrekke i dette faget? (feire svar moglege)</b>	<b>2022</b>
Jeg ville foretrukket skriftlig skoleeksamen uten hjelpemidler	0 %
Jeg foretrekker mappevurdering	100 %
Jeg ville foretrukket muntlig eksamen uten hjelpemidler	17 %

På spørsmål om bruk av grov skala på programmeringsoppgåvene uttalar studentane seg positivt til dette, der det er moglege å hente seg inn noko samanlikna med bestått/ikkje bestått.

## 4 DISKUSJON

Gjennom evaluering i faga viser det seg at ein redusert og grovare karakterskala har fungert godt. Sidan dette har vert nytt for studentane, har det nok vert ei modningstid slik at kull nummer to som gjennomfører opplegget generelt sett verkar meir positive enn første gjennomgang som vist i Tabell 7 og Tabell 9. For studentane kan mappevurdering vera noko meir rotete med mange vurderte delarbeid vurdert etter ein ukjent skala, men samtidig gir det studentane moglegheit til å fortløpande fylgja sin eigen framdrift. Eventuelle klagar på resultatet blir handtert fortløpande og det kjem ingen klage på sluttarakteren.

Litt av formålet med å innføra ein redusert karakterskala på delarbeid er å redusera tidsbruken å retting av innleveringar, spesielt når studentane levera individuelt. Ein kan relativt fort plassera eit delarbeid på

ein grov skala når ein først har definert kva nivået skal vera. Programmeringsoppgåver er eit eksempel som kan vera vanskeleg og tidkrevjande å vurdere, der ein grovare skala letta vurderingsarbeidet. Det er ikkje gjennomført måling av tidsbruk, men det er ingen tvil om at arbeidsbelastninga hadde vert vesentleg større om alt delarbeid skulle vert gitt i vanlege bokstavkarakterar A-F eller i prosent. Ulempa sett frå studenten si side er at dei ikkje veit om arbeidet for eksempel tilsvara ein A eller B. Det viser seg like vel at med ein skala delt i fira som inkludera «bestått meget» eller tilsvarande, gir det likevel studentane motivasjon til strekke seg litt ekstra. For digitale sjølvrettande testar, er det mest oversikteleg å nytta oppnådd poengsum i testen direkte som del at totalsummen..

Mappevurdering med poenggivande og karaktertelende arbeid som blir levert gjennom heile semesteret er tenkt å gi meir kontinuerleg jobbing. Samtidig gir det nokre utfordringar i at det redusera studentane sin mogelegheit til å sjølv disponera si eiga tid. Om fleire emne med mappevurdering blir gjennomført i parallell, kan det fort gi stor arbeidsbelastning for studentane, og ingen mogelegheit for å henta seg inn på eit seinare tidspunkt.

Det er observert at formativ vurdering i form at kvarandrevurdering og tilbakemelding frå faglærer har stor innverknad på kvaliteten på arbeida som blir levert inn. Studentane si eiga oppfatning av nytta med kvarandrevurdering i Tabell 6 variera frå kull til kull, der tilbakemeldinga av og til blir opplevd som mangelfull eller til lite hjelp. Det er viktig å vera merksam på at medstudentane er også i ein læringsprosess og at formativ vurdering ikkje full ut kan overlatast til studentane. I fag 1 vart dette kompensert ved faglærer gjekk gjennom typiske problem og feil i fellesskap.

Eit anna aspekt som er vert å ta med seg er at ein tradisjonell skriftleg eksamen blir administrert gjennom eksamenskontoret som har klare definerte prosedyrar og handtera alle avvik som sjukdom, manglande oppmøte, tilrettelegging for dei med spesielle behov, osv. Når alt arbeid blir lagt i ei mappe, blir faglærer sjølv ståande aleine med dette arbeidet med den arbeidsbelastninga det medføre.

Ved gjennomføring har det også oppstått ein del andre administrative hinder. Om kravet om to sensorar på alt karaktergivande arbeid blir gjennomført, blir det vanskeleg og kostbart å gjennomføra mappevurdering. Spesielt dersom arbeid blir fortløpande vurdert, sidan ekstern sensor i så fall må involverast gjennom heile semesteret. I nye retningslinjer ved UiT er det ikkje lenger tillate å inkludera munnleg eksamen som del av ei mappe, sidan arbeid som ikkje lar seg etterprøva skal skiljast ut som ein eigen delkarakter. Dette redusera fleksibiliteten til faglærer og auka arbeidsbelastninga ved sensur når det blir bruk av full karakterskala.

## 5 KONKLUSJON

Å ta i bruk grovare vurderingsskala på delarbeid i ei mappe har blitt forsøkt i tre ulike bachelor emne og har vist seg å fungera godt og gi studentane ein god oversikt over eigen framdrift, så sant dei er godt informert om opplegget på førehand. Arbeidsbelastninga for faglærer er vesentleg redusert, sjølv om studentane levera individuelt. Formativ vurdering med mogelegheit for å forbetra arbeidet gir betre kvalitet, mens bruk av kvarandrevurdering må supplerast av faglærer pga. variasjonar i kunnskapsnivå mellom studentar og kull.

Det største hinderet for å gjennomføra desse undervisningsmetodane er administrative hinder som eventuelt krav om to sensorar på alt arbeid, samt interne reglar på kva som kan inngå i ei mappe.

## REFERANSAR

- [1] D. Cress and B. J. McCullough-Cress, "Reflective assessment: portfolios in engineering courses," in *Proceedings Frontiers in Education 1995 25th Annual Conference. Engineering Education for the 21st Century*, 1-4 Nov. 1995 1995, vol. 2, pp. 4c1.7-4c110 vol.2.
- [2] R. Esterhazy and Ø. Fiksen, "Evolution of a portfolio-based design in ecology: a three-year design cycle," *Uniped*, vol. 42, no. 1, pp. 60-73, 2019, doi: 10.18261/issn.1893-8981-2019-01-05 ER.
- [3] K. Edström and J. Kutteneuler, "The Teaching Trick – how to improve student learning without spending more time teaching," ed. Presented on the seminar "utdanningsutvikling" at UiT in Narvik, 2020, 2020.

# Building educational practice for employability: a case study of a co-curricular<sup>1</sup>, student-driven center

R. Holen and H. Toverud, *Norwegian University of Life Sciences, Faculty of Science and Technology*

**ABSTRACT:** This contribution discusses education for employability in co-curricular activities, at student center Eik Lab, at Norwegian University of Life Sciences. Discussion around building education to meet the needs of the future labor market is important in Norwegian higher education debates. In research literature there are quite a few literature contributions aiming to conceptualize employability, to provide advice on its integration on institutional and curriculum levels. Yet, not all educational practices appear as a prime result of a policy or strategy, some emerge as a response to internal forces or market demands. Eik Lab is an example of the latter. Established by students in 2014 as an informal makerspace at the Faculty of Science and Technology it has gained an organizational form and recognition over time. The educational activities in this center are directly aimed at increasing student employability, mostly through working on different interdisciplinary, innovative projects in groups. The goal of this case study is to discuss the educational practice in Eik Lab aimed at increasing student employability as well as in what ways it relates to a formal curriculum. This study has been built as a case study, yet it is a part of a bigger action research project. The data for this study have been gathered from a group discussion with Eik Lab students and staff, in addition, to staff and student interviews and reflection meetings. This contribution provides a detailed picture of Eik Lab as a student-centered learning environment with an inclusive culture. Two main features were extremely important to Eik students – learning by doing and using practical experience and ownership over building own learning processes. In the discussion there were questions raised regarding integration with the formal curriculum and the importance of such a reflection for the further development of Eik Lab.

## 1 INTRODUCTION

Employability is an important concept in job market debates in Europe and beyond. It is being understood as a crucial contribution to countries' competitiveness (European Commission, 1993) and became one of the central concepts shaping European higher education (see more in (EHEA, n.d.)). The Norwegian government has recently released a Norwegian White paper aimed at increasing employability of the graduates. In this paper it is indicated that student-centered learning and teaching forms, especially in relation to work-relevant problems or/and cooperation with external actors are among the best educational design solutions to provide graduates competencies needed for future work and social life (Meld. St. 16 (2020–2021)).

Internationally there are quite a few literature contributions aiming to conceptualize employability, to provide advice on its integration on institutional and curriculum levels (e.g., Pegg et al., 2012; Rees, 2021). For example, Higher Education Academy in the UK has ordered a report for *Pedagogy for employability* which presents research literature and provides recommendations and practical examples on integrating employability into the curriculum. They present a USEM model – understanding, skillful practices in context, efficacy beliefs, metacognition – for a curriculum audit to ensure its relevance to employability (Pegg et al., 2012). In engineering education, a literature review emphasized the need to develop generic employability skills (such as communication, management, ethics) integrated with disciplinary content (Winberg et al, 2020). In terms of form and integration, Bennett et al. (2020) argues for integration of employability-related activities into an existing curriculum, make it a part of a

---

<sup>1</sup> We follow a distinction of co-curricular and extracurricular learning as defined by Murray, Hendry and McQuade (2020). They refer to co-curricular as “extensions of the disciplinary learning experience whereby students are able to assimilate knowledge and skills related to their professional practice within an academic programme” (p. 129) and extracurricular as “activities that may be coordinated by an education establishment (sports clubs) or not (non-disciplinary employment), but may not be explicitly connected to academic learning” (p. 129).

curricular renewal process (Bennett et al, 2020). On the other hand, other authors advocate for alternative extracurricular or co-curricular forms as providing insights to professional life (Murray et al., 2020) and developing leaders in engineering education (Graham, 2018).

Political documents as well as many research literature contributions, view employability or work life relevance as a concept needing to be defined, described, or conceptualized and then implemented into educational practice or curriculum. It could be regarded as a top-down, directed curriculum development and is typical in neoliberal view to education. This view is often being criticized as denouncing real, original values in higher education, placing students in a consumer's position having no power over the decisions made "from above" (Karseth & Solbrekke, 2016; Dill, 2014).

Yet, not all educational practices appear as a prime result of a policy or strategy. Some emerge as a response to internal forces or market demands (see more in e.g., Holen, 2019; Olsen, 2007). Therefore, the aim of this contribution is to review an educational practice which has been developed as self-initiated bottom-up, co-curricular educational innovation aimed at employability. Without rigid frames or directions from the leadership, the practice was developed as a response to student interests and job market needs. This contribution will seek to present and discuss this practice as well as its relation to a formal engineering curriculum.

## 2 CONTEXT

The object of this contribution is Eik Lab at NMBU, the Science and Technology faculty. It is a student center established in 2014 by students themselves. The center started as a makerspace and gained more focus on innovation and cooperation with business over time. Eik Lab started as an informal, voluntary, co-curricular, and loosely structured initiative which received some support from a few engaged professors at the Science and Technology faculty. After a few years and good feedback from the students, the Science and Technology faculty has included Eik Lab into its official structure and provided necessary resources.

It is indicated in the mandate of Eik Lab that "Eik Lab's main aim is to increase students' employability". The main aim has also been clearly indicated in the interviews of Eik Lab establishers and Eik management (see more about data sources in 3. *METHODOLOGY*). There are approx. 40 students daily involved with Eik Lab and more than 100 students involved into Eik activities more occasionally. Among those there are approx. 50 percent from the Science and Technology faculty and the rest study in other faculties at NMBU. Eik Lab is working with various technology related projects (often in cooperation with business), as well as providing workshops for other students.

## 3 METHODOLOGY

This contribution is a part of an action research project initiated by the faculty of Science and Technology at NMBU. The aim of the action research project is to understand educational processes in Eik Lab and facilitate their development. This study will contribute to a part of the aim – to understand educational processes happening in Eik Lab. Due to the informal, sporadic and extracurricular nature of EIK Lab, a significant part of practices there have been left undescribed, unformalized and uncommunicated. Consequently, Eik Lab's staff and faculty leadership has expressed a need to describe and reflect on Eik Lab's educational practice through action research.

This contribution will follow interpretivist epistemology which is referring to subjective meaning as the main source to describe social action (such as education) (Bryman, 2016). It presumes that educational practice in Eik Lab could be best described by the students and teachers experiencing it on daily basis. As it was mentioned above, this contribution seeks to present Eik Lab's educational practice, and its relation to formal curriculum. This will be done by analyzing the perceptions or interpretative understanding of students and teachers in Eik Lab.

This study will use two main sets of data sources. Firstly, for describing Eik Lab's learning environment, data from a part of Eik Lab's strategy session will be used. In this session, the students and staff were presenting own understanding of Eik Lab's characteristics, strengths, and challenges. In this strategy session there were 11 participants, among them 7 Eik Lab students (1-3 years daily involved in Eik), 2 Eik Lab creators (now working as Eik Lab teachers) and 2 people from Eik Lab management. This part of the strategy session was recorded (following NSD guidelines), transcribed and analyzed for this

contribution. The data indicating education-related characteristics, strengths or challenges were coded and categorized using Nvivo software. The data coding and categorizing was done by the first author of this contribution and later reviewed and discussed with the second author (who was at the same strategy session) for increasing validity.

The second set of data sources was used to discuss the differences of Eik Lab's educational practice in relation to the formal curriculum at the faculty of Science and Technology. This set includes former student interviews, focus groups, reflection sessions and staff interviews gathered for different studies, in addition to the above-mentioned data from strategy session. There it was performed a thematic analysis looking for comparison students (or staff) made with formal education or *school*. This analysis was also performed by using Nvivo software.

## 4 RESULTS

### 4.1 Pedagogy in Eik

The data from the Eik Lab strategy session revealed the way students and staff (further - participants) understand education in Eik Lab (see figure 1). The learning environment in Eik Lab is understood as student-centered, where “gjennomgående fokus på studenter [continuous focus on students]”, and “setter studentene først, prioriterer studentene [puts students first, prioritizes students]” are main characteristics. The participants have especially mentioned the open, welcoming and supportive culture in Eik Lab. In Eik Lab there is “ikke så mye konkurranse, man får glede av at andre lykkes” [not that much competition, you are happy that other succeed]. The fact that Eik Lab is student-driven has mostly been mentioned in describing its characteristics and strengths. In addition, Eik Lab is organized as a co-curricular service (with a few associated courses) and students have expressed appreciation of the flexibility such a structure is providing:

det som er fint med Eik at det er et lavterskel tilbudt med stor frihet i hvor mye man vil engasjere seg (i motsetning til andre sosiale foreninger)... <...> det fine med Eik er at man gjør det i sin fritid, det er ikke noe press at det går utover skolen [what is nice about Eik is that it is a low-threshold service with great freedom in how much one wants to get involved (in contrast to other social organizations).. <...> the nice thing about Eik is that you do it in your free time, there is no pressure that it has a negative influence on school].

On the other hand, participants requested more structure, among suggestions for improvement they have often mentioned better structure and overview over projects and more clarity over responsibilities. In addition, due to its informal character, *access* has been mentioned as an issue – in spite of a welcoming culture, it might be challenging for new students to join (due to lack of formal entry processes and communication).

It has also been mentioned by many that Eik Lab is very resourceful in terms of available equipment and network consisting of students and business. In addition to resources, “knowledge” has been mentioned as a crucial Eik strength. This kind of knowledge is regarded as a practical knowledge and is shared as it “går litt i arv” [is a bit inherited].

Among learning methods *experience by doing* has been mentioned most times by the participants – that Eik Lab contributes with practical experiences:

mer praktisk tilnærming til prosjekter, slik at man lærer gjennom praktisk [erfaring] og man får mulighet til å utføre det man har lært og lære mer...<...>... man utvikler sine erfaringer... [more practical approach to projects, so that you learn through practical [experience] and you get the possibility to try out what you have learned and learn more..<..> you develop your experiences].

In addition, beneficial cooperation with businesses (external) partners as well as other students were mentioned as learning methods. Finally, an active student role in shaping own learning was underlined by the students. Eik is understood as a place where “man kan dyrke egne interesser og ambisjoner» [one can nurture own interests and ambitions] and where the focus is on “fasilitere fremfor å styre” [facilitation instead of control]. On the other hand, some students highlighted a need for better counseling, supporting new students in their Eik learning journey. An active student role could be tightly associated with high student engagement levels mentioned by the participants.

In terms of perceived learning outcomes, there were several things mentioned: such as technical and soft skills, self-awareness, learning “to deliver” and providing relevance to own education. It is interesting that while teachers and Eik management have mentioned a variety of skills gained in Eik Lab, students were mostly mentioning job, network and relevance of education as main outcomes. It might be that at the point of learning it is difficult for Eik Lab as a co-curricular service (with no predefined outcomes) to communicate to students what they are going to/are learning in Eik Lab. It might become clearer looking from broader perspective, after seeing a number of students going through similar learning experiences. One student called for clarity in «hvordan man refererer til prosjektene, erfaringene, hvilken tittel man får, mer klart og tydelig hvordan Eik bidrar... [how to refer to the projects, experiences, which title you get, more clearly and coherent how Eik contributes].

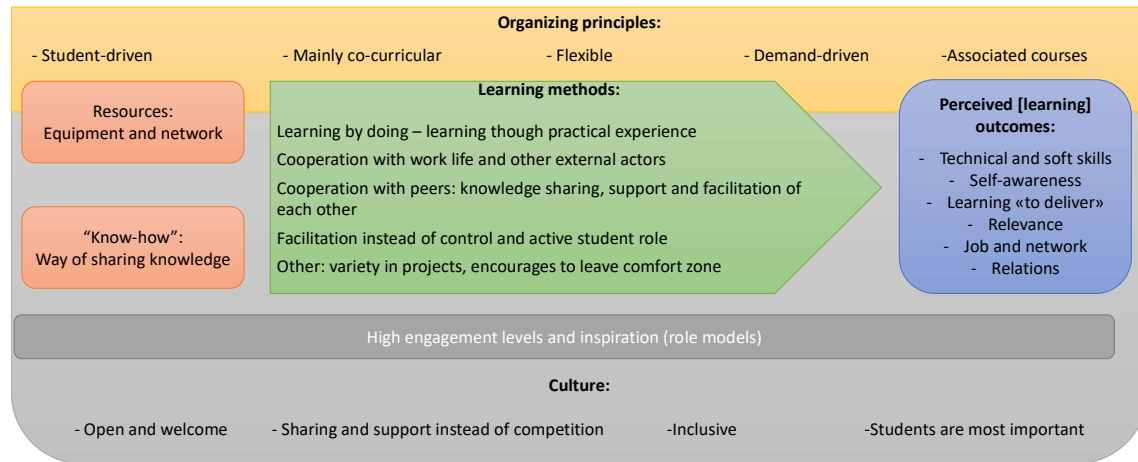


Fig. 1. Pedagogy in Eik Lab as understood by its main stakeholders

## 4.2 Relation to a formal curriculum

In the above-mentioned Eik Lab’s strategy session participants have very clearly indicated that learning in Eik Lab is experienced as different from formal studies. Some students refer to this as a completely different way to learn: «variasjon fra et ordinært studie, at man får avbrekk fra en vanlig måte å studere [variation from an ordinary study, that you get a break from a regular way of studying]. Others referred to it more as add-on to the studies, highlighted the aspect of trying out that you have learned in practice. Looking through other documents generated by action research (see 3. METHODOLOGY), we saw that students were having a slightly negative attitude towards “school”, especially organized lectures: (“Det er ikke noe galt med forelesning, men det er ikke så mye nytte av dette [there is nothing wrong with lectures, but they are just not that useful]”).

After looking through the documents, we grasped two main differences from formal curriculum identified by students themselves – practical approach (“learning by doing”) and ownership over own learning process. The practical approach was mostly understood as a something contributing to regular studies, giving it additional value. Students identified that in Eik they have strengthened their education with relevant experiences, learning faster and in a relevant context. On my question about the differences between learning in Eik and regular school, a student replied:

på EIK lærer man på høyt tempo, det er learning by doing...<.> I stedet for at man lærer nytt språk med å lese en guide, lærte jeg det med et prosjekt. [in Eik you learn in high speed, its learning by doing.. <.> instead of learning a new language from a guide I have learned it in a project]

Ownership over own learning process and lack of rigid structure in learning in Eik Lab was something students experience as completely different from regular studies. Students have identified that as a positive trait in Eik:

... mye av den litt organiske, dynamiske måten å gå frem på, at vi kan snakke litt underveis. At det blir ikke helt lukket og rigid... det mange liker med Eik da... Å få en oppgave med veldig rigid struktur kan man på skole ellers.. [... more organic, dynamic way of doing things, that we



can talk on a way. That it won't be as closed and rigid... many like that with Eik...you can get a task with rigid structure in school].

It has been noticed that freedom and the fact that students themselves chose to come to Eik Lab affects their motivation positively. In addition, it increases quality of their final result/product:

når man har eierskap til det man gjør, når det er ditt ansvar, da er man litt «pusha» til å prestere litt bedre.. [when you have ownership of what you do, when it is your responsibility, then you are a little "pushed" to perform a little better]

## 5 REFLECTIONS

The goal of this contribution was to discuss the educational practice aimed at increasing student employability in a co-curricular and student-driven center. As mentioned above, Eik Lab has developed as something created by students for the students. Therefore, it is not a surprise that Eik Lab has developed as a student-centered learning environment where students play an active role in shaping his/her own knowledge (Biggs & Tang, 2011). Despite many forms of student-centered environments (such as project-based learning, case-based learning, problem-based learning, inquiry-based learning, see Damşa et al., 2015) there are certain basic assumptions defined in the literature. First and foremost, it is emphasized a constructivist view to learning “where meaning is personally rather than universally defined”. (Land et al., 2012, p.4). In addition, other perspectives are used, such as socio-cultural, experiential background– focusing on the relationship between context and knowledge and building knowledge on own experience (Hannafin & Land, 1997; Land et al., 2012). All of them are reflected in one way or another in Eik Lab’s educational practice. Yet, in Eik Lab students go beyond “centrality of the learner in defining meaning” as it is pinpointed by Land, Hannafin and Oliver (2012, p. 8) in describing student-centered environments. In Eik Lab students don’t only define personal meaning, learning and task, they define the whole learning environment and its elements. Indeed, they have built Eik Lab as a student-driven learning environment including elements they experienced lacking in “regular school” – hands on, *learning by doing* and flexibility in shaping their own education.

In addition, we would like to reflect on the importance on defining Eik Lab as a learning environment for our action research project. Firstly, it can create a discussion about the elements, students feel lacking in regular school. Is it possible to include more of practical experience into the studies? And even more important – is it possible to create a more student-driven, flexible approach to the regular curriculum? On the other hand, maybe extracurricular or co-curricular environments are crucial for the university so every student might find (or create as in Eik Lab’s case) the place they can nurture own interests? Secondly, for Eik Lab as an informal organization having no formal learning development processes, this project is contributing to its self-awareness. In the process of describing its own educational practice, Eik Lab gets a possibility to reflect on own strengths and limitations. Indeed, it might contribute to creating required learning support structures and communicating more clearly to the students what they can expect to learn at Eik Lab. In addition, it clearly indicates the elements Eik Lab need to sustain and evolve. Eik Lab itself is a project, an educational project, performed following *learning by doing* approach. And reflecting and conceptualizing is a crucial part of learning from own experience (Kolb, 1984).

## REFERENCES

- Bennett, D., Knight, E., Dockery, A.M. and Bawa S. (2020). Pedagogies for employability: understanding the needs of STEM students through a new approach to employability development, *Higher Education Pedagogies*, Vol. 5, No. 1, pp. 340-359
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at Universities*. Maidenhead, UK: SRHE & Open University Press
- Bryman, A. (2016). *Social Research Methods*. Oxford: Oxford University Press.
- Dill, D. D. (2014). Public Policy Design and University Reform: Insights into Academic Change. In C. Musselin & P. N. Teixeira (Eds.), *Reforming Higher Education: Public Policy Design and Implementation* (pp. 21–37).
- Damşa, C., de Lange, T., Elken, M., Esterhazy, R., Fosslund, T., Frølich, N., . . . Aamodt, P. O. (2015). *Quality in Norwegian Higher Education: A review of research on aspects affecting student learning*. Nifu. <https://www.nifu.no/publications/1288405/>

## MNT konferansen 2023 - UiS

- European Commission (1993). Growth, competitiveness, employment - the challenges and ways forward into the 21st century - White paper.
- EHEA (n.d.) *Employability*. <http://www.ehea.info/page-employability>
- Graham, R. (2018). *The Global State of the Art in Engineering Education Massachusetts Institute of Technology*. [https://jewel.mit.edu/sites/mit-jewel/files/assets/files/neet\\_global\\_state\\_of\\_eng\\_edu\\_180330.pdf](https://jewel.mit.edu/sites/mit-jewel/files/assets/files/neet_global_state_of_eng_edu_180330.pdf)
- Hannafin, M. J., & Land, S. M. (1997). The foundations and assumptions of technology-enhanced student-centered learning environments. *Instructional Science*, Vol. 25, No. 3, pp. 167-202.
- Holen, R. (2019). *In strive for partnership: Student participation models in Norwegian Centres for Excellence in Education*. University of Oslo, Oslo. <https://www.duo.uio.no/handle/10852/70661>
- Karseth, B., & Solbrekke, T. D. (2016). Curriculum Trends in European Higher Education: The Pursuit of the Humboldtian University Ideas. In S. Slaughter & B. J. Taylor (Eds.), *Higher Education, Stratification, and Workforce Development: Competitive Advantage in Europe, the US, and Canada* (pp. 215-233). Cham: Springer International Publishing.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Land, S., Hannafin, M., & Oliver, K. (2012). Student-Centered Learning Environments: Foundations, Assumptions, and Design. In D. Jonassen and S. Land (Eds.) *Theoretical Foundations of Learning Environments. Edition: 2<sup>nd</sup>*. (pp. 3-25). Routledge.
- Meld. St. 16. (2020 –2021): *Utdanning for omstilling— Økt arbeidslivsrelevans i høyere utdanning*. Kunnskapsdepartementet.
- Murray, M., Hendry, G. and McQuade, R. (2020) Civil Engineering 4 Real (CE4R): co-curricular learning for undergraduates, *European Journal of Engineering Education*, Vol. 45, No. 1, pp 128-150.
- Olsen, J. P. (2007). The Institutional Dynamics of the European University. In P. Maassen and J.P. Olsen (Eds.) *University Dynamics and European Integration* (pp. 25–54). Dordrecht: Springer.
- Pegg, A., Waldock, J., Hendy-Isaac, S., & Lawton, R. (2012). *Pedagogy for employability*. <https://www.advance-he.ac.uk/knowledge-hub/pedagogy-employability-2012>
- Rees, S. (2021). Re-imagining employability: an ontology of employability best practice in higher education institutions. *Teaching in Higher Education*, Vol. 26, No. 5, pp. 663-678.
- Winberg, C., Bamhall, M., Greenfield, D., Johnson, P., Rowlett, P., Lewis, O., Waldock J., & Wolff K. (2020) Developing employability in engineering education: a systematic review of the literature, *European Journal of Engineering Education*, Vol. 45, No. 2, pp. 165-180

# Ingeniørfagleg systememne ved Høgskulen på Vestlandet

J. Sande, N. G. Bækkelund, A. I. Haugland og J. O. Mjånes, *Høgskulen på Vestlandet*.

**ABSTRACT:** Høgskulen på Vestlandet (HVL) har innført eit nytt obligatorisk systememne for alle ingeniørstudentane. Målet er å utdanne ingeniørar til å bli gode, kreative problemløysarar for å ruste dei til arbeidslivet. Undervisninga er lagt opp som ein kombinasjon av praktisk prosjektarbeid, der studentane arbeider i grupper for å løyse ei problemstilling dei sjølve har valt, og førelesingar med tema frå systemtenking, innovasjon og økonomi.

Vi vil undersøke om emnet legg til rette for å lære det som ofte vert omtala som «21st century skills»; kritisk tenking, kommunikasjon, kreativitet, evne til å løyse nye og ukjende oppgåver, vere uthaldande og kunne samarbeide. Vi ser nærare på studentane si oppleving av faget, og arbeidsprosess med gruppeoppgåva for å undersøkje læringsprosessen i faget og korleis rettleiing påverkar denne.

Studentane meiner det dei har lært om å arbeide saman i grupper, gruppestruktur og korleis ein skal arbeide mot eit felles mål er nyttig. Dei føler at dei har fått vere kreative, noko dei har sakna tidlegare i studieløpet. Mange av studentane rapporterte òg om å ha utvida synet sitt på kva som er relevant for problemløysing i arbeidslivet, og at dei i større grad ser samanhangen mellom tekniske, menneskelege og økonomiske aspekt ved innovasjon. Dei opplevde det både som motiverande, men òg utfordrande, å velja problemstilling sjølve. Gruppene som arbeidde jamt gjennom semesteret hadde ei utvikling frå forvirring i møte med ei uklart definert oppgåve og frustrasjon over å måtta forhalda seg til aspekt som ligg utanfor deira kjernekompetanse, til å vera i stand til å identifisera relevante aspekt og arbeida strukturert mot å løysa si eiga problemstilling.

## 1 INNLEIING

Ei arbeidsgruppe med 3 medlemmer som hadde bakgrunn frå økonomi, systemtenking og innovasjon utarbeidde våren 2020 eit nytt ingeniørfagleg systememne, ING303 Systemtenking og innovasjon for ingeniørar (HVL, 2022). Emnet vart laga ut i frå tilrådingane i retningslinjene for ingeniørutdanning (UHR 2020, side 30), der det står at studentane skal kunne arbeide profesjonsretta i ein tverrfagleg samanheng. Det skal førebu studentane på arbeidslivet, der ein må kunne arbeide med nye og ukjende oppgåver. Dei må kunne arbeide systematisk med å løyse både enkle og komplekse oppgåver, forstå konsekvensar av teknologi og kjenne til livsløpstankegang og sirkulær økonomi. Alt dette krev innovasjon og merksemd på det etiske. Det blir anbefalt at studentane arbeider i team, og systememnet skal òg vere ei førebuing til bacheloroppgåva.

Etter at det var gjennomført ein pilot hausten 2020, vart emnet rulla ut til alle ingeniørutdanningane (elektro, data, maskin, bygg og kjemi) studieåret 2021-22. Emnet vert tilbydd både i haust- og vårsemesteret. Studentane har 4 timar førelesing på Zoom og 2 timar fysisk rettleiing i veka, der rettleiarane kjem frå det aktuelle fagmiljøet. Det er 21 førelesingar, med tema frå økonomi, innovasjon og systemtenking, og i tillegg gjesteførelesarar frå næringslivet. Førelesingane vert tekne opp, og i tillegg vert det lagt ut videoar om sentrale tema. Så langt er det kring 650 studentar som har gjennomført emnet.

Studentane arbeider gruppevis med å lage eit nytt produkt eller ei ny teneste, eller forbetre noko som alt finst. Midt i semesteret er det ein såkalla innovasjonsdag, der gruppene får tilbakemeldingar på arbeidet sitt frå eit panel med representantar frå næringslivet. Sluttevalueringa var i starten basert på ei semesteroppgåve på 6000 ord, men frå hausten 2022 av vart dette endra til at semesteroppgåva tel 70% og eit individuelt refleksjonsnotat tel 30%. Dette vart gjort for å ansvarleggjera kvar student med omsyn på sluttresultatet.

## 2 TEORIBAKGRUNN

Det er stor semje om at arbeidslivsrelevansen må styrkast i høgare utdanning. Det finst ingen felles definisjon av arbeidslivsrelevans, men i breie trekk dreier det seg om at studentane skal verta førebudde på korleis dei kan nytta kompetansen sin i arbeids- og samfunnslivet, både slik desse er i dag og slik dei kan bli i framtida (Regjeringen, 2021). I samband med dette vert det mellom anna framheva at arbeidet med innovasjon og entreprenørskap må styrkast, at det må vere eit systematisk samarbeid mellom utdanning og arbeidsliv, og at det må reflekterast over korleis kunnskapen skal brukast (Regjeringen, 2021). Arbeidslivsrelevans krev kontakt med arbeidslivet, og skal ruste studentane for livslang læring (Witteck, 2020). Arbeidslivet forventar at studentane har både generiske og fagspesifikke kompetansar.

Som en direktør i et stort norsk konsern sa til meg: «Vi forventer ikke at kandidatene skal være oppdatert på den nyeste teknologien. Universitetene og høyskolene har ikke det utstyret. Men vi forventer at de har evnen til å lære å bruke det, raskt og på en kreativ og kritisk måte.» (Koch, 2020).

Samarbeid, kreativitet, kritisk tenking og evna til å tileigne seg ny kunnskap er ferdigheiter som trengst for å løyse framtidige utfordringar. Ingeniørar er definerte som problemløysarar (Cropley, 2015; D. Jonassen, Strobel & Lee, 2006). I ingeniørutdanningane har det difor blitt meir vanleg å ha prosjektarbeid for å løyse oppgåver der det er fleire moglege svar (Daly, Mosyjowski & Seifert, 2014). Kontrasten mellom denne læringssituasjonen og den dei er mest vand med har vist seg å vere utfordrande for mange studentar. Såkalla "dårleg strukturerte oppgåver» har uklare mål og fleire moglege løysingar, og til slutt må løysinga testast, verifiserast og grunnjevast (D. H. Jonassen, 1997; King & Kitchener, 2004).

Hensikten med å ha prosjektarbeid er som oftast å utvikle kompetanse i problemløysing, samarbeid, kommunikasjon, kreativitet og få studentane til å sjå ting i eit meir heilskapleg perspektiv. Ein veit også at problembasert læring bidreg til at studentane oppfattar utdanninga som meir arbeidslivsrelevant (Nesje, Skjelbred & Madsen, 2020). Det ingeniørfaglege systememnet er eit prosjektbasert emne der studentane skal integrere det dei har lært gjennom utdanninga, utvikle evne til samarbeid, kritisk tenking og få praktisk erfaring, noko som vil førebu dei til arbeidslivet. Opplæringa som studentane har fått gjennom utdanninga kan påverke korleis dei taklar å jobbe med eit prosjekt med fleire ulike løysingar (Dringenberg & Purzer, 2018).

Idégenerering er ein måte å løyse oppgåver på, men studentane har ofte ein tendens til å halde fram med den første idéen for å komme seg vidare (Atman et al., 2007; Cropley, 2015). Dersom ein legg vekt på å sjå fleire ulike løysingar, kan det bidra til auka idégenerering og kritisk gjennomgang av ulike løysingar (DeHaan, 2009). Det må takast avgjerder, men studentane har ulik evne til å ta slike avgjerder, noko som kan knytast til kor modne dei er og kva erfaring dei har. Rettleiing kan bidra til ein meir iterativ prosess, ved å oppmuntre studentane til å sjå eit problem frå fleire sider. Innan PBL-modellen spesielt er rettleiar prosessleiar, og kan oppmuntre studentane til å vurdere ulike alternativ (Savery, 2019). I andre tilfelle kan rettleiaren sin jobb vere å redusere kompleksiteten (Savery 2019). I ein kinesisk studie (Wang, Li & Pang, 2016) fann ein at rettleiing er ein dynamisk og fasiliterande prosess som bidrar til læring. I starten er rettleiaren meir ein lærar, for sidan å gå over til å vere fasilikator. Rettleiar kjem ikkje med løysinga, men hjelper studentane med å finne den.

## 3 METODE

Vi har intervjuet 7 grupper, med 3-6 medlemmar i kvar gruppe, 6 grupper vinteren 2021/22 og den siste hausten 2022. Studentgruppene var spreidd over to campus, den eine campusen hadde tverrfaglege grupper og den andre enkeltdisiplingrupper. Dei aller fleste ved den første campusen vart tekne opp via y-vegen (yrkesfagleg veg, med relevant fagbrev i botn). Dette er eldre studentar med arbeidslivserfaring. Studentane ved den andre campusen var yngre, og dei fleste utan relevant arbeidslivserfaring. Ei svakheit ved studien er at grupper som har kome seint i gang, gått sakte fram eller ikkje møtt til rettleiing er underrepresenterte.

Intervjua var semistrukturerte, noko som gjorde det mogleg å følgje ny og interessant innsikt som vart oppdaga (Grønmo, 2004). Intervjuguiden vart utarbeidd som eit team. Dette gav oss moglegheit til å stille

spørsmål ut i frå ulike perspektiv (Döös & Wilhelmson, 2014). Det var særleg nyttig at teammedlemmane hadde ulik kunnskap og nærleik til kurset og studentane som er intervjuar. Kvalitative data har ein tendens til å vere rotete, og det å vere fleire forskarar bidreg til å handtere de komplekse resultatata (Döös & Wilhelmson, 2014).

Det kan vere utfordrande å intervju respondentar du allereie har eit forhold til. Vi forventar at det har vore ei viss grad av tillit i gruppene, noko som tyder at intervjuet vil ha element av samtale mellom grupped medlemmene, og ikkje berre vere respondentar som svarer på intervju spørsmål (Rubin & Rubin, 2011). Denne samtalen er interessant for oss, då vi ønskjer å vite meir om gruppeprosessen rundt det å lære, å løyse problem og å tenke i lag.

I tillegg til intervjudata har me også tilgang til data frå evalueringsundersøkinga som har blitt gjennomført på slutten av kvart semester. Dette bidreg til at me kan sjå variasjonen i studentane sine opplevingar av faget, samtidig som me får meir detaljert innblikk i kva som påverka prosessen og opplevinga deira gjennom det kvalitative intervjumaterialet.

Forskarar som ikkje arbeider ved HVL har kommentert arbeidet vårt, og vi presenterte også tidlege versjonar av arbeidet vårt på konferansar i 2021 og 2022. Vi fekk då verdfull tilbakemelding og eit blikk utanfrå frå forskarar og førelesarar innan innovasjonsutdanning.

## 4 RESULTAT

Basert på intervju og evalueringsskjema syner det seg at mange av studentane opplever faget som kjekt og arbeidslivsrelevant, men at mange også syns det har vore krevjande å arbeida med. Vidare ser me at tilnærminga til å løysa den opne oppgåva varierer mykje frå gruppe til gruppe, og at ulike rettleiarar også har ulik tilnærming til å rettleia denne typen prosjekt. Dette bidreg mest sannsynleg til at læringsutfallet varierer mellom gruppene.

Dei fleste studentane synest dei har fått lov til å vere kreative i dette kurset, i motsetnad til i andre emne dei har hatt tidlegare. Dei har lagt ned ein stor innsats i den kreative prosessen med å komme opp med idéar, og så velje mellom dei. Mange syns det er bra å kunne velje oppgåve fritt, men for nokre ville det vore betre med ei mindre open problemstilling, til dømes ved å ha oppgåvekategoriar å velje frå. Alle gruppene har hatt idédugnad i starten, og så landa på ei oppgåve alle vart einige om. Det er òg ein tendens til at dei har det travelt med å lukke den kreative prosessen og komme seg vidare. For mange er det motiverande å kunne velje oppgåve sjølv, medan det for andre er overveldande. Dei har vanskar med å komme opp med idéar og så måtte velje ein av dei. Dette kan sjåast i samanheng med resultatorientering og ein underliggjande tanke om at val av oppgåve kan påverke karakteren.

Vi kan skilje mellom grupper som ser ut til å ha eit ubevisst forhold til korleis dei organiserte samarbeidet, og som var mest opptekne av å få gjort ting, versus grupper som tok aktive avgjerder om korleis dei skulle organisere arbeidet. Dei fleste gruppene valde ei fast tid og stad/modus for møte kvar veke. Omlag halvparten av gruppene delte ganske tidleg ansvarsområde mellom seg. Dei hadde ikkje ein formell struktur, men det var alltid nokon som tok på seg prosjektleiaransvaret. I nokre høve var det den som hadde hatt idéen, i andre høve var det nokon som tok på seg ansvaret på ein naturleg måte. Fleire grupper rapporterte å ha ein kombinasjon av å dele ansvarsområde seg mellom og å lage vekeplanar med oppgåver som skulle gjerast. Dette tyder på kontinuerleg operasjonalisering av oppgåva. Ny informasjon vart samla inn, nye metodar tileigna og nye samanhengar oppdaga undervegs i prosessen. Etter kvart som ny informasjon kom fram, vart oppgåvene redefinerte. Dette vart sett på spissen for grupper som oppdaga at det allereie eksisterer ei løysing som er svært lik den dei hadde sett føre seg. Grupper med medlemmer med erfaring frå arbeidslivet ser ut til å ha fungert betre enn andre grupper. Sjølv om det å løyse opne oppgåver er ein gruppeinnsats, ser læringsopplevinga ut til å variere ganske mykje i gruppene.

Rettleiinga har hatt to hovudfunksjonar: a) Gi nokre hint om rekkefølga av prosessen (spesielt for å unngå for tidleg stenging og oppmuntre til utforsking) og b) gi nokre konkrete verktøy for å løyse oppgåver som studentane ikkje veit korleis dei skal løyse. Nokre råd vart følgde, andre ikkje. Ein student uttala at dei etter innovasjonsdagen tenkte at tilbakemeldingane dei fekk ikkje var relevante, men så begynte dei å tenke kva som då var vitsen med tilbakemelding, og såg på det på nytt. Det er forskjell mellom prosessperspektiv og «seleksjonsperspektiv», der prosessperspektivet er kjenneteikn på systemtenking, som nokre grupper brukte aktivt. Eit sett med informasjon er då grunnlaget for å gå til neste trinn.

Mange val og avgjerder måtte takast gjennom heile prosessen, og når rapporten skulle skrivast kunne dei ikkje lenger stå opne. Informasjon som vart samla inn var avgjerdsgrunnlaget, men manglande informasjon, eller informasjon som ikkje gav noko klart svar, førte til frustrasjon.

## 5 DRØFTING

Vi ville undersøke om emnet vert oppfatta som arbeidslivsrelevant, om det legg til rette for utvikling av kreativitet og problemløysingsferdigheiter, og korleis rettleiing påverkar studentane sin arbeids- og læringsprosess.

Studentane meiner emnet er arbeidslivsrelevant, og uttalar at i arbeidslivet jobbar ein i team med å løyse nye og ukjende oppgåver. Dei set pris på å få vere kreative, og meiner det er lite rom for kreativitet tidlegare i studieløpet. Nokre har vanskar med å velje oppgåve når den er så open, dette er konsistent med tidlegare funn (D. Jonassen et al., 2006). Vi har likevel tenkt å halde fram med at studentane kan velje oppgåve sjølv, og heller rettleie og hjelpe dei som treng det. Erfaring frå undervising og emne dei har hatt tidlegare vil påverka deira evne til å takle slike oppgåver (Dringenberg & Purzer, 2018). Vi må difor sjå på heile studieløpet vårt, og prøve å legge til rette for kreativ problemløysing i andre emne òg.

Det syner seg at mange studentar har utfordringar med å handtera usikkerheita og tvtydigheita ved opne problem. Alle gruppene har hatt idémyldring, men fleire grupper har gått vidare med den første idéen (Cropley, 2015). Her kunne rettleiarane ha oppmuntra studentane til å stå litt lenger i usikkerheita heller enn å hoppa rett til løysingane (Daly et al. 2014). Rettleiinga har vore ein dynamisk prosess, slik Wang (2016) skildrar, der rettleiararen går frå å vere lærar til å bli meir ein fasilitator. Samtidig kan det ha vore ein tendens til å gi konkrete forslag. For nokre av gruppene kan dette ha vore naudsynt, medan andre hadde tolt større usikkerheit og dermed kunne ha fått meir trening i å ta (og grunngje) avgjerder under usikre omstende.

Gruppene som hadde medlemmer med erfaring frå arbeidslivet, trong mindre rettleiing enn dei andre gruppene. Dei greidde seg stort sett sjølve, men ville gjerne ha innspel til sluttproduktet og var opptekne av å få ein god karakter. Desse gruppene verkar òg å ha organisert seg betre og jobba betre enn andre grupper. Dette stemmer overeins med tidlegare funn om at tidlegare erfaringar påverkar korleis ein arbeider med denne typen problemstillingar (Adams, Turns & Atman, 2003; Atman et al., 2007). Framover kan det difor vere lurt å prøve å få grupper med studentar både med og utan erfaring frå arbeidslivet. Men så lenge dei kan velje grupper sjølve, og er opptekne av resultat og slutt karakter, kan det verte vanskeleg.

## 6 VEGEN VIDARE

ING303 Systemtenking og innovasjon for ingeniørar har no blitt gjennomført 4 gonger. Vi har teke med oss erfaringane vi har gjort og vidareutvikla emnet, t.d. ved å endre sluttvurderinga. Vidare har vi endra rekkefølga på førelesingane, slik at dei skal passe betre saman med prosjektarbeidet. Vi meiner vi er på rett veg, men at det er rom for forbetringar både når det gjeld innhald og form. Ei stor utfordring er å få studentane til å møte opp på førelesingane i Zoom, dei blir tekne opp slik at mange tenkjer at dei kan vi sjå seinare. Statistikken viser at det ikkje er mange som ser desse opptaka, men vi må likevel ha eit fleksibelt opplegg, då dagens studentar forventar det.

## LITTERATUR

- Adams, R. S., Turns, J. & Atman, C. J. (2003). Educating effective engineering designers: The role of reflective practice. *Design studies*, 24(3), 275-294.
- Atman, C. J., Adams, R. S., Cardella, M. E., Turns, J., Mosborg, S. & Saleem, J. (2007). Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 359-379.
- Cropley, D. H. (2015). *Creativity in engineering: Novel solutions to complex problems* Academic Press.
- Daly, S. R., Mosyjowski, E. A. & Seifert, C. M. (2014). Teaching creativity in engineering courses. *Journal of Engineering Education*, 103(3), 417-449.
- DeHaan, R. L. (2009). Teaching creativity and inventive problem solving in science. *CBE—Life Sciences Education*, 8(3), 172-181.

## MNT-konferansen 2023 – UiS

- Dringenberg, E. & Purzer, S. (2018). Experiences of first-year engineering students working on ill-structured problems in teams. *Journal of Engineering Education*, 107(3), 442-467.
- Döös, M. & Wilhelmson, L. (2014). Proximity and distance: phases of intersubjective qualitative data analysis in a research team. *Quality & Quantity*, 48(2), 1089-1106.
- Grønmo, S. (2004). Analyse av kvalitative data. I S. Grønmo (Red.), *Samfunnsvitenskapelige metoder*, 2, 265-287.
- HVL. (2022). ING 303. Systemtenking og innovasjon for ingeniører. Hentet 16.11 2022 fra <https://www.hvl.no/studier/studieprogram/emne/ing303>
- Jonassen, D., Strobel, J. & Lee, C. B. (2006). Everyday problem solving in engineering: Lessons for engineering educators. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 139-151.
- Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and III-structured problem-solving learning outcomes. *Educational technology research and development*, 45(1), 65-94.
- King, P. M. & Kitchener, K. S. (2004). Reflective judgment: Theory and research on the development of epistemic assumptions through adulthood. *Educational psychologist*, 39(1), 5-18.
- Koch, P. M. (2020). Forskningspolitikk 2020: 2.
- Regjeringen. (2021). Meld. St. 16. Utdanning for omstilling — Økt arbeidslivsrelevans i høyere utdanning. Hentet 16.11 2022 fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-16-20202021/id2838171/>
- Rubin, H. J. & Rubin, I. S. (2011). *Qualitative interviewing: The art of hearing data* sage.
- Savery, J. R. (2019). Comparative pedagogical models of problem-based learning. *The Wiley Handbook of problem-based learning*, 81-104.
- Wang, Q., Li, H. & Pang, W. (2016). From PBL tutoring to PBL coaching in undergraduate medical education: an interpretative phenomenological analysis study. *Medical Education Online*, 21(1), 31973.
- Wittek, A. L. (2020). Økende oppmerksomhet på studiekvalitet, læring og undervisning i høyere utdanning. *Uniped*, 43(04), 277-279.

# Studenters forventninger til og erfaringer med programmeringsoppgaver i fysikk

H. Storesund, M. S. Kahrs, and T. H. Andersen,  
*Institutt for fysikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet*

**SAMMENDRAG:** Innen fysikk utgjør beregningsorientering en større og større del. Dette har gitt konsekvenser for fysikkutdanningen, i form av økt vektlegging av problemstillinger som løses ved hjelp av numeriske metoder og som krever kompetanse innen programmering. Denne studien undersøker fysikkstudenters erfaringer med beregningsorientering. Vi presenterer hvordan studentene opplever møtet med programmeringsoppgaver, ut fra deres egne forventninger. Vi diskuterer resultatene våre i lys av Sørby og Angell (2012), som antyder at kombinasjonen av fysikk, matematikk og programmering oppleves som en stor utfordring for studentene. Forskningsspørsmålet for studien er: *Hva karakteriserer studenters forventninger til og erfaringer med programmeringsoppgaver i fysikkemner i de første studieårene?* Fysikkstudenter på første, andre og tredje årstrinn besvarte et spørreskjema i september 2021, hvor de blant annet ble bedt om å ta stilling til påstander knyttet til forventninger til programmeringsoppgaver. I tillegg inneholdt spørreskjemaet åpne tekstfelt, som ble analysert kvalitativt. Forventningene til gjennomføring av programmeringsoppgaver varierer fra første til tredje årstrinn: Forventningene er høye for de nystartede studentene, men er redusert for andreaarsstudentene. Den kvalitative analysen støtter de kvantitative resultatene: En del studenter beskriver programmeringsoppgavene fra første studieår som veldig utfordrende, og at de ofte opplevde å ikke ha tilstrekkelig grunnlag for å løse dem. Flere studenter på tredje studieår peker imidlertid på ett emne fra fjerde semester som en forløsende faktor med hensyn til egen opplevelse av mestring og forståelse. Studien konkluderer med at mange fysikkstudenter opplever redusert mestringsforventning i løpet av første studieår og at dette er knyttet til en opplevelse av nivåforskjell mellom ulike emner og manglende opplæring i forkant av programmeringsoppgavene.

## 1 INTRODUKSJON

Beregningsorientering har for alvor gjort seg gjeldende i fysikkutdanningen, i form av økt vektlegging av problemstillinger som løses ved hjelp av numeriske metoder og som krever kompetanse innen programmering. Bakgrunnen for denne studien var hvordan fysikkstudenter har opplevd programmeringsoppgaver i fysikkemner ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Resultatene presentert her er en del av en større undersøkelse, der fysikkstudenters forventninger til og erfaringer med programmeringsoppgaver kartlegges. Vi presenterer her hvordan studentene opplever møtet med programmeringsoppgaver. Forskningsspørsmålet for denne studien er: *Hva karakteriserer studenters forventninger til og erfaringer med programmeringsoppgaver i fysikkemner i de første studieårene?*

## 2 TEORI

Integrering av beregningsorientering i utdanningssystemet har pågått over lengre tid. Begrepet *computational thinking* (Wing, 2006) står sentralt og oversettes i det norske skolevesen til algoritmisk tenkning (Utdanningsdirektoratet, 2019). *Computational thinking* er ikke entydig definert (Orban & Teeling-Smith, 2020; Weintrop et al., 2016; Wing, 2006; Grover & Pea, 2013), men kan oppfattes som en ferdighet på like fot som evnen til å lese, skrive og regne (Wing, 2006), uten at det er entydig om dette krever bruk av en computer. Weintrop et al. (2016) har utviklet en taksonomi for beregningsorientert problemløsning og Systemtenkning, hvor hver hovedkategori består av flere nivåer med progresjon. Taksonomien er ment som en hjelp for lærere, til klassifisering av aktiviteter innen *computational thinking* i undervisningen.



Innen fysikkundervisningen kan computerberegninger og *computational thinking* åpne opp for en type oppgaver som er umulige eller utfordrende løse med analytisk matematikk. Ifølge Orban & Teeling-Smith (2020) kan computerberegninger fungere som en representasjon i fysikk. Ved å tilføye beregningsorientering til fysikkundervisningen gis studentene herved en ny innfallsvinkel til å forstå fysikken. Sørby & Angell (2012) antyder hvor utfordrende kombinasjonen av fysikk, matematikk og programmering kan oppleves av studentene. Ofte arbeider studenter i adskilte moduser: fysikk-, matematikk- og programmeringsmodus, hvor studentene ikke ser de enkelte fagfelt i sammenheng, og utfordringen ligger i å bruke hvert enkelt fagfelt utenfor dets egen kontekst.

### 3 METODE

#### 3.1 Datainnsamling

Fysikkstudenter på første, andre og tredje årstrinn besvarte et anonymt spørreskjema i september 2021, hvor de blant annet ble bedt om å ta stilling til påstander knyttet til forventninger til programmeringsoppgaver. I denne artikkel presenteres resultater fra de to påstander: «Jeg forventer, at jeg klarer å løse programmeringsoppgaver i fysikk» og «Jeg lærer fysikk godt av å programmere». Studentene har angitt svar på en Likert skala, der 1- helt uenig, 2- litt uenig, 3- verken enig eller uenig, 4-litt enig og 5- helt enig. I tillegg til de kvantitative spørsmålene inneholdt spørreskjemaet åpne tekstfelt, som ble analysert kvalitativt. Dette er en tverrsnittstudie som ikke undersøker hvordan studentenes opplevelser utvikler seg eller endres over tid. Dette øyeblikksbildet kan likevel gi informasjon om endringer over tid dersom vi antar at forventningene og erfaringene til studentene på de tre første årganger har visse fellestrekk.

Studentene gjennomførte spørreundersøkelsen i september måned, og hadde dermed begrenset erfaring med programmeringsøvingene for det inneværende semesteret. I denne studien skjelner vi ikke mellom mindre ukentlige numeriske øvinger som krever programmering og større prosjektarbeider. Samtlige programmeringsoppgaver, som studentene i denne studien har erfaringer med, løses ved bruk av beregningsverktøy og programmeringsspråket Python.

#### 3.2 Analyse

I analysen av kvantitative data er studentenes svar delt etter studieprogram, enten Bachelor i Fysikk (BFY) eller Master i Fysikk og Matematikk (MTFYMA). Gjennomsnitt av studentenes svar fordelt på årgang er regnet ut for de to påstander. Signifikante forskjeller mellom årganger er testet med Mann-Whitney U hypotesetest.

Kvalitative data fra det åpne spørsmålet «Hvordan fungerer programmeringsøvinger i fysikkemner for deg?» ble analysert etter inspirasjon fra konstant komparative analysemetode (Corbin & Strauss, 2015). I den første kodingsfasen kom det frem at studentene på første studieår hadde gjennomført bare en programmeringsøving på tidspunktet for spørreundersøkelsen, en del av disse studenter svarte veldig kortfattet som «bra», men flere gav uttrykk for en forventning om å mestre programmeringsøvingene. Andre- og tredjeårs studentene skrev mer utfyllende svar om deres erfaringer med programmeringsøvinger. Data ble kodet beskrivende med en induktiv tilnærming. I analysens andre fase ble kodene samlet i tre kategorier samtidig som kodene ble delt ytterligere inn positive eller negative opplevelser. Resultatene er presentert i de tre kategoriene: Manglende programmeringsfaglige forutsetninger de første studieårene, Sammenheng mellom det fysikkfaglige og programmering, og Endring i opplevelse for studenter på 3. året.

### 4 RESULTAT OG DISKUSJON

Spørreskjemaet ble besvart av i alt 128 studenter som utgjør 27% av studentene på de tre årganger.

#### 4.1 Kvantitative resultater

I *tabell 1* vises gjennomsnittverdier av svar på påstanden «Jeg forventer, at jeg klarer å løse programmeringsoppgaver i fysikk» delt etter studieprogram og årgang. De nye førsteårsstudenter på Bachelor i Fysikk studieprogrammet har høyest forventning til å kunne løse programmeringsoppgavene, men denne forventningen minker for hvert studieår. For studentene på studieprogrammet Master i Fysikk og Matematikk er forventningen for tredjeårsstudentene like høy som for førsteårsstudentene,

mens andreårsstudentene angir en lavere forventning for å kunne løse programmeringsoppgavene. Forskjellene er små, og det er ikke signifikante forskjeller mellom årgangene for denne påstanden.

Tabell 1. Gjennomsnitt av svar på påstanden: «Jeg forventer, at jeg klarer å løse programmeringsoppgaver i fysikk». Tall i parentes angir antall svar. Likert-skala: 1- helt uenig, 2- litt uenig, 3- verken enig eller uenig, 4- litt enig, 5- helt enig.

	BFY	MTFYMA
1. klasse	4,68 (19)	4,05 (38)
2. klasse	3,80 (10)	3,50 (24)
3. klasse	3,50 (14)	4,17 (23)

Tabell 2 viser gjennomsnittverdier for påstanden «Jeg lærer fysikk godt av å programmere». Her er det ingen signifikant forandring i snittverdiene for studentene på Bachelor i Fysikk studieprogrammet. Motsatt for studentene på Master i Fysikk og Matematikk studieprogrammet, hvor studentene på tredjeårgang svarer signifikant høyere enn tilfellet er for både første- og andreårsstudentene.

Tabell 2. Gjennomsnitt av svar på påstanden: «Jeg lærer fysikk godt av å programmere». Tall i parentes angir antall svar. Likert-skala: 1- helt uenig, 2- litt uenig, 3- verken enig eller uenig, 4-litt enig, 5- helt enig.

	BFY	MTFYMA
1. klasse	3,22 (19)	2,78 (38)
2. klasse	3,00 (10)	2,50 (24)
3. klasse	3,07 (14)	3,91 (23)

De kvantitative resultater viser en signifikant endring for tredjeårsstudentene på det ene studieprogrammet. Disse studenter har erfart til en høyere grad at de lærer fysikk godt av å programmere.

#### 4.2 Kvalitative resultater

De kvalitative resultatene er delt inn etter de tre kategorier. Studentenes sitater brukes for å illustrere kategoriene og støtte resultatene.

##### Manglende programmeringsfaglige forutsetninger de første studieårene

En del studenter beskriver programmeringsoppgavene på det første studieåret som utfordrende, og at de ofte opplevde å ikke ha det tilstrekkelige grunnlaget for å løse oppgavene. En student beskriver at programmeringsoppgavene kan: *være litt vel vrien da det er en del teori vi verken har gått gjennom i fysikk eller programmeringsfag, men jeg tar det som en utfordring og synes selv det er viktig å selv gå fram og løse problemet (MTFYMA, K, 2).*

Manglende forkunnskaper gir noen studenter en utfordring som oppleves positivt dersom studenten mestrer oppgavene. En student beskriver at hun: *braker ofte lang tid med mye frustrasjon underveis, men til slutt, når oppgavene er løst, sitter jeg igjen med mye ny kunnskap og en mestringsfølelse (MTFYMA, K, 2).* En annen student har ikke opplevd samme grad av mestring og skriver: *De funker greit, men de er på et høyere kompetansenivå innen programmering enn det vi har lært i intro kurset (ITGK). Noe som gjør de ofte veldig krevende å gjennomføre øvingene og personlig har det gjort at jeg ikke ønsker å jobbe med det selv om jeg synes ITGK var veldig gøy fag (MTFYMA, K, 2).*

Studentene i denne undersøkelse har fullført videregående skole før algoritmisk tenkning ble inkludert i kompetansemålene (Utdanningsdirektoratet, 2019). Vi kan derfor anta at studentene har varierende forkunnskaper i programmering. En student nevner denne forskjellen i programmeringsfaglige forutsetninger: *Synes det i stor grad har vært studenter som har lent på andre studenter med programmerings-evner for å hjelpe dem hvis de sto fast, og ikke nødvendigvis åpenbare student-assistenten som kunne ta på seg den oppgaven. Altså har det siden mekanisk fysikk [1. fysikkemne] og*

*elmas [2. fysikkemne] vært opp til medstudenter som har programmerings-bakgrunn eller et sjansespill på en pedagogisk studass (BFY, K, 3).*

### **Sammenheng mellom det fysikkfaglige og programmering**

For noen av studentene fremstår koplingen mellom fysikk og programmering ikke tydelig, og de to disiplinene oppfattes som separate: *Synes det er en ypperlig måte å utvikle forståelsen i begge fag. (MTFYMA, M, 1)*, skriver en førsteårsstudent. Studenten omtaler forståelse i begge fag, men ikke sammenheng mellom fysikk og programmering. Det ser ut til, at særlig i løpet av det første studieåret oppleves fysikk og programmering som atskilt. En tredjeårs student skriver: *Er veldig glad i programmering og har et veldig godt forhold til øvingene. Programmerings-øvingene har hjulpet mye for utvikling av ferdigheter, men synes ofte at fokuset blir for mye på det programmeringstekniske med for lite fokus på å faktisk knytte det til pensum. [...] Øvingene er lange og ofte veldig krevende (spesielt i de to første semestrene), som gjorde at læringsutbyttet sånn fysikkmessig ble veldig dårlig. Fokuset ble mer på å lage en kode og få et resultat som ble godkjent, uten å faktisk forstå helt hva man hadde gjort og fysikken bak det (MTFYMA, K, 3)*. Likevel gir programmeringsoppgavene et annet aspekt på fysikken: *[...]da det har gitt god innsikt og et praktisk perspektiv på de ellers nokså teoretiske fysikkfagene (MTFYMA, K, 3)*.

Studentene skriver også kommentarer som viser at oppgavens design opererer innen Weintrops kategorier for «computational thinking» (Weintrop et al., 2016). En førsteårsstudent beskriver datahåndtering samt en frustrasjon over at fysikken overskygges: *Ellers har det fungert greit for å visualisere teori gjennom grafer. Likevel syntes jeg at jeg får lite "fysikk" ut av det. Blir litt mye IT (MTFYMA, K, 1)*. På tredje-årstrinn beskriver en student hvordan programmering og selve kodingen bidrar til forståelse av fysikken som den analytiske tilgangen ikke kan gi: *Er veldig glad i numeriske øvinger, de er artige og kan være ganske lærerike siden man kan se resultatene av ulike initialvilkår, antagelser om system osv. ganske direkte (BFY, M, 3)*. Dette kan tolkes om problemløsningsstrategier i Weintrops kategori for beregningsorientert problemløsning, men også at programmeringsoppgavene fungerer som en representasjon, som påpekt av Orban & Teeling-Smith (2020).

### **Endring i opplevelse for studenter på 3. året**

Gjennomgående tyder studentenes svar på at programmeringsoppgavene det første studieåret har vært oppfattet som for vanskelige, som en tredjeårsstudent husker tilbake: *I 1. klasse opplevde jeg at de var for vanskelige, siden vi ikke hadde lært oss nok grunnleggende programmering. Nå synes jeg programmeringsøvingene er interessante, og jeg liker dem (MTFYMA, K, 3)*. En annen tredjeårsstudent skriver: *I førsteklasse opplevde jeg noe dårlig opplæring og forklaringer av hvordan oppgavene skulle løses, men i andreklasser gjorde tidligere erfaringer dette mye enklere (MTFYMA, K, 3)*.

Tredjeårsstudentenes svar tyder på at både den opparbeidede erfaringen med programmering, men også emnet «Vitenskapelige beregninger» gir studentene den nødvendige fagligheten innen programmering. En tredjeårsstudent skriver: *I de første 2 årene var de [programmeringsoppgavene] veldig vanskelige og jeg følte ikke jeg lærte så mye. Men etter å ha hatt introduksjon til vitenskapelige beregninger gikk det mye bedre (MTFYMA, K, 3)*. Flere andre studenter beskriver tilsvarende erfaringer med emnet vitenskapelige beregninger: *Og vil bare si generelt at eg føler vi hadde mye vanskeligere og ofte ganske annerledes programmering i fysikk enn ITGK, det var først nå i vår når jeg tok vitberg [Vitenskapelige beregninger] at jeg følte jeg fikk skikkelig opplæring i progging. Likte godt progging før dette og altså, men var myye selvstudie og googling som lærte meg å progge før vitberg (BFY, M, 3)*.

Det ser ut til at emnet «vitenskapelige metoder» gir anledning til et sprang i studentenes opplevelse av mestring av programmeringsøvingene. Dette emnet er obligatorisk for studenter på Master i Fysikk og Matematikk studieprogrammet, men kan velges som valgfag av studentene på Bachelor i Fysikk studiet. Mulige tiltak kan være at emnet i vitenskapelige metoder bør komme tidligere i studiet og være obligatoriske for alle studentene. Dette kan være vanskelig siden emnet benytter både matematikk og fysikk som i dag er plassert tidligere i studieløpet.

Et annet opplagt tiltak for forbedring er å tilpasse programmeringsoppgavene og dagens emner slik at det er en bedre sammenheng mellom innholdet i emnene og kravene for å kunne gjennomføre en programmeringsoppgave

## 5 KONKLUSJON

I tråd med resultatene til Sørby & Angell (2012) viser studien at det er utfordrende for studentene å kombinere det fysikkfaglig og programmeringsfaglige i programmeringsoppgavene, og ofte blir fokuset på det programmeringstekniske. Vi kan konkludere at mange fysikkstudenter opplever redusert mestringsforventning i løpet av første studieår og at dette er knyttet til en opplevelse av nivåforskjell mellom ulike emner og manglende opplæring i forkant av programmeringsoppgavene.

## REFERENCES

- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K–12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Orban, C. M. & Teeling-Smith, R. M. (2020). Computational Thinking in Introductory Physics, *The Physics Teacher*, 58, 247. <https://doi.org/10.1119/1.5145470>
- Sørby, S. A., & Angell, C. (2012). Undergraduate students' challenges with computational modelling in physics. *Nordic Studies in Science Education*, 8, 3, 283-296. <https://doi.org/10.5617/nordina.534>
- Utdanningsdirektoratet (2019). Hentet fra: <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/profesjonsfaglig-digital-kompetanse/algoritmisk-tenkning/>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms, *Journal of Science Education and Technology volume*, 25, 127–147.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49, 3, 33–35. doi:10.1145/1118178.1118215

# Economics students' perception of effective teaching of mathematics at the tertiary level

F. Radmehr, M. Turgut, *Norwegian University of Science and Technology*

**ABSTRACT:** a growing body of literature in mathematics education focuses on how teaching and learning mathematics could be improved in service mathematics courses of different STEM major programs. Service mathematics courses are part of economics programs in many countries due to the importance of mathematics in this field. In this qualitative study, we focus on norwegian economics students' perceptions of the effective teaching of (service) mathematical courses in their study program. Through a phenomenology study, six economics students participated in one-to-one semi-structured interviews where among other things, their perceptions of effective teaching of mathematics were explored. This study also benefits from the theory of commognition as the theoretical framework to analyse students' perception of effective mathematics teaching at the university level. We identified six strands for effective mathematics teaching in economics programs, such as using more exemplary and authentic tasks during lectures to ease students' participation and providing more opportunities for students to participate in the discourse about new mathematical objects with adept participants (e.g., lecturers and teacher assistants), both in lectures and in tutorials. We hope this study encourage more collaboration between tertiary mathematics educators and mathematics lecturers to find ways to improve teaching mathematics to economics students.

## 1 INTRODUCTION

Several studies investigated university students' perceptions of teaching and learning at higher education (e.g., Choi, 2021; Radmehr et al., 2020). Past research highlighted that we could obtain a more comprehensive understanding of how the quality of teaching and learning can be improved if we position students as pedagogical consultants (Cook-Sather, 2011). Ramsden (2003) pointed out: "...we cannot teach better unless we are able to see what we are doing from their [students] point of view" (p. 84). This research continues this line of research by exploring how Norwegian economics students experience teaching and learning mathematics at the university level. This cohort of students is selected as our literature search indicates that only a few studies have focused on teaching and learning mathematics to economics students, suggesting this cohort of university students was overlooked in tertiary mathematics education research.

## 2 MATHEMATICS IN ECONOMICS

Educators discussed the importance of mathematics in economics and the possible relationship between these disciplines (Anthony & Biggs, 2012; Katzner, 2003). For instance, Katzner (2003) pointed out four main reasons why mathematics has become so important in economics, including mathematics helps with achieving "scientific respectability ... [and] assure security with respect to claims of truth" (p. 561) in economics. Furthermore, Anthony and Biggs (2012) highlighted that mathematics is significant for economics to express and communicate ideas and describe economic situations leading mathematical modelling to be an indispensable tool in economics. In addition, solid knowledge of mathematics is a prerequisite for economics students to understand state of the art in this field (Werner & Sotskov, 2006). Those few studies that investigated teaching and learning mathematics to economics students focused on teaching and learning of calculus (e.g., Feudel & Biehler, 2021a, 2021b; Goodman, 2010). For instance, Feudel and Biehler (2021a, 2021b) explored how economics students interpret the derivative in the context of marginal cost, a common economics interpretation of the derivative. They found that economics students struggle to use what they learned in their calculus courses when working in this context.

### 3 COMMOGNITION

The theory of commognition has attracted the attention of several tertiary mathematics educators and has been used as an analytical tool to explore ways in which teaching and learning of mathematics at the university level could be improved (e.g., Viirman & Nardi, 2019). In this theory, mathematics is considered a product of human discourse where discourse is a type of communication distinguishable by four main characteristics: word use (e.g., differentiable), visual mediators (e.g., the derivative symbol), routines (e.g., how to find the derivative of trigonometric functions), and endorsed narratives (e.g., the derivative of the sum of two functions is the sum of the derivatives of the functions) (Sfard, 2008). In this theory, three mathematical routines have been discussed: rituals (process-oriented routine), deeds (practical product-oriented routine), and explorations (discursive product-oriented routine) (Lavie et al., 2019), where rituals and deeds are predecessors of explorations (Sfard, 2008). Mathematical routines to be truly useful “must evolve into full-fledged explorations” (Sfard, 2008, p. 167); however, previous studies reported that transitioning from ritual to exploration is a gradual and slow process, and it does not happen for many students in school (Sfard, 2017). Such transformation is called *de-ritualization*, and a number of characteristics have been identified for it, including *flexibility* (the ability to perform a task in more than one way), *bondedness* (all the steps taken when performing a task is necessary to achieve the results, and no redundancy actions have been made by the discursant), *applicability* (the ability to use the procedure in several contexts), *agentivity* (the ability to make independent decisions while performing a task without receiving guidance from others), *objectification* (the ability to tell a narrative on mathematical objects using the properties of the objects without relying on previous relevant experience with concrete objects), and *substantiability* (the ability to justify actions such that is acceptable by adept discourse participants) (Lavie et al., 2019; Sfard, 2008).

In commognition, two types of learning have also been discussed: object-level and meta-level. Object-level learning refers to “extending the existing sets of endorsed narratives about already constructed mathematical objects” (Sfard, 2020, p. 98). On the contrary, meta-level learning is “changes in meta-rules of the discourse” (Sfard, 2020, p. 98), usually making the new discourse incommensurable with its predecessor. As a consequence, a number of previously endorsed narratives become unacceptable, and some are subsumed in the new discourse (Sfard, 2020). Lecturers have an important role in meta-level learning. While object-level learning theoretically could happen without the direct help of a lecturer (or an adept participant of the discourse), meta-level learning requires such interactions (Sfard, 2017, 2020). Sfard (2020) highlighted: “This type of learning cannot be motivated or guided by the learner’s own genuine interest in the outcome. For the student, the only way to enter the discourse is to imitate teacher’s expert performances” (p. 99). Such participation is called ritual participation, and it is inevitable in the early stages of meta-level learning and also when learning new mathematical objects (Lavie et al., 2019; Sfard, 2017). Lectures could facilitate the de-ritualization “by demonstrating the type of explorative discourse they would like their students to develop [and] explicitly encourage the desired kind of discourse by appropriate pedagogical moves” (Sfard, 2017, p. 44).

### 4 METHODOLOGY

The qualitative research reported here is a phenomenology study (Creswell & Poth, 2018), where we discuss how six Norwegian economics students perceived the teaching of mathematics in their economics program. The economic students participated in one-to-one semi-structured interviews with the first author, where their perceptions of teaching and learning mathematics at the university level were explored. These economic students have completed their mandatory mathematics services courses as part of their economics programs at the time of the interview and therefore could contribute to the aim of the study. The majority of the interviews lasted for 30 minutes and were conducted in English, not the students’ first language. An exemplary interview question was: In your opinion, what is an example of effective teaching of mathematics at the university level?

The interviews were audio recorded and transcribed. Then a thematic analysis was used to analyse the collected data. The analysis was inductive in nature; however, the emerging themes were reported in terms of different aspects of commognition (when it was feasible). We also considered several criteria of excellence in qualitative research that was highlighted in the literature (see Tracy, 2010). First, we chose a *worthy topic* that was overlooked in past research to make a *significant contribution* to the tertiary mathematics education literature. We also provided several quotes in the results section to

improve the *credibility* of the findings. Furthermore, the Norwegian data protection agency (NSD) approved this study, which monitors the *ethical* issues concerning collecting personal data and the General Data Protection Regulations (GDPR).

## 5 RESULTS

An analysis of six interviews revealed six main strands for effective mathematics teaching in economics. Table 1 overviews the main strands and associated tenets.

*Table 1. An overview of the identified strands and associated tenets*

Strand	The main tenets
Lecturer participation when students learn a new mathematical object	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direct step-by-step instruction followed with basic examples solved by the lecturer at the beginning of students' participation in a discourse about a new mathematical object.</li> <li>• Students are given opportunities to solve (short) tasks in the lecture to ease their participation; however, those tasks are then solved by the lecturer in the same session.</li> </ul>
The context of exemplary tasks	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Using practical examples addressing why students learn the topic and how they can use it in economics.</li> <li>• Using authentic tasks.</li> </ul>
Lecturer preparedness and use of resources	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The lecturer needs to be well-prepared and upload everything to online platforms before teaching.</li> <li>• Using blended learning resources (e.g., videos, worksheets), not just using PowerPoints when teaching.</li> <li>• Using consistent terminologies in the resources, especially when using keywords and visual mediators.</li> <li>• Inviting economists to participate in the university discourse and discuss how mathematics could be used in the field as an outsider adept participant.</li> </ul>
Student learning and routine development	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The lecturer needs to consider students' learning - they initially participate in the discourse ritually.</li> <li>• The pace of lecturer participation in the discourse should not be fast.</li> </ul>
Lecturer & teacher-assistant (TA) participation in the tutorials	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visiting groups to ensure student learning and facilitating the de-ritualization process.</li> <li>• Solving the challenging tasks for students in front of all groups.</li> <li>• Lecturers and TAs should have high societal and mathematical competence</li> </ul>
The length of discourse (teaching)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shorter but more frequent teaching episodes (e.g., two times two-hour teaching in a week instead of one four-hour session)</li> </ul>

All students think that the lecturers' participation in the discourse is high and how they arrange student participation in this discourse is important. Students underlined that they prefer direct instruction followed by basic examples at the beginning of their participation in a discourse about a new mathematical object. For example, Emma pointed out that "... the teacher [can] starts from very simple terms ... explaining the process behind the formulas and then teaching us how to solve it, why we do it". Students emphasized that short tasks could be given to students to solve in the lecture just after basic examples had been discussed by the lecturer to ease their participation in the discourse. Nora further highlighted what many students prefer when they ritually participate in the discourse: the lecturers should "...give us some examples [task] in the lecture... give us time to think, and then later solve them. So that the students shouldn't look after the answers when they get back home ... I need to do some tasks at home still but just cover as much as [possible] I need to do to be able to work on it on my own".

The second main strand is the context of classroom examples/tasks shared in the discourse. Students perceived that careful use of “practical” examples could facilitate the de-ritualisation process, at least through helping students realize the *applicability* of the mathematical objects discussed in the discourse and advance why students learn it. Furthermore, using real data could consolidate their understanding of how they can use mathematical knowledge in practice. For example, Oliver emphasized that “... like get some practical examples from it. What can I use this to? ... This is things that I want to see. If I don't know why I'm learning it, no, I don't like math. So, I want to know why we're learning it and what we can use it to”.

The third strand is about the lecturer's preparedness and use of resources for teaching to facilitate the de-ritualization process. It is about the effective use of supplementary resources and making them ready before teaching. Resources need to be ready in advance and should not be “drowning”, as characterized by Nora, and resources should not be limited to (only) slides. For example, Tobias underlined that it could be more effective the use of short videos in teaching rather than lecturing for 45 minutes. Another student, Magnus, spoke about the mathematical keywords and visual mediators, the use of consistent terminologies among resources. It seems it is difficult for students to realize different realizations (*in the commognition, the term realization is used instead of representation*) of mathematical objects when they have ritual participation in the discourse. Furthermore, Oliver suggested inviting economists as outsider adept participants to show practical examples in the lectures.

The fourth strand is about lecturers considering student learning and routine development in the mathematics discourse, particularly when students participate in the discourse ritually. Tobias discussed moving step-by-step in teaching and said that the lecturers “... should really make that the students really understand what they're doing, not going too fast forward because if they get too fast forward the students really, they just hop out...”. He pointed out that the students might feel lost and stupid, and they would not show up again.

The fifth strand is about students' participation in tutorials (also known in Norway as seminar/group work assignments setting) with adept participants of the discourse, i.e., lecturers and TAs. During ritual participation in tutorial sessions, students prefer to be visited by lecturers and TAs from time to time. For example, Frida underlined this by “... like one thing is that you [the lecturer] open up for if you have a question, you can open the door, or like that. Just to step by like if you have some free time because no one asking questions just like going, hey, how are you doing...”. The idea of solving the common problem(s) was proposed by Tobias, stating “... if some questions that many students have problem with it. I will probably if it is a big class, I will solve it in the class”. And Magnus highlighted that the societal and mathematical competencies of the lecturers and TAs are quite important to have a fruitful discourse in tutorials. If they are competent in these areas, they can imagine the students' needs and could create an open dialogue between students too.

The sixth strand is about the time length of the mathematical discourse. Magnus criticized that it could be more teaching episodes more than once a week, like twice two-hour teaching weekly. So that they can be exposed to more mathematics in a week, which could provide more opportunities for them to have explorative participation in the discourse and go through mathematical ideas in depth.

## 6 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

In this paper, we have explored economics students' perception of effective mathematics teaching at the university level, an overlooked area of tertiary mathematics education. We have identified six main strands regarding economic students' perception of effective teaching. For many economics students, effective teaching of mathematics at the university level is characterised by lecturers providing several types of support when students participate in a discourse about a new mathematical object, including providing a variety of resources for students to learn about the new mathematical object(s), providing step-by-step guidance on how to do a particular routine related to the new mathematical object, using consistent keywords and visual mediators during participation with students and also in resources, and providing many opportunities for students to participate in the discourse with adept participants (e.g., lecturers and TAs). As highlighted in the commognition theory (Sfard, 2008, 2017, 2020), students first participate ritually in a discourse about a new mathematical object and the initial stage of meta-level learning, and lecturers and TAs could take several actions to ease students' de-ritualization. For instance,



Sfard (2017) noted lecturers could facilitate de-ritualization by demonstrating how students could exploratively participate in the discourse and also explicitly encourage such participation in interaction with students. Furthermore, the findings indicate that economics students would appreciate more authentic and exemplary tasks discussed in the lectures. The exemplary tasks could help students imitate the lecturers' participation (Sfard, 2020), and using authentic tasks could make teaching more interesting for many students, particularly those interested in mathematics learning, just because of its *use-value* (Williams, 2012), as shown by Oliver in the interview. We hope the findings shared here could initiate more collaboration between tertiary mathematics educators and mathematics lecturers to find ways in which teaching and learning of mathematics could be improved for this cohort of university students.

## REFERENCES

- Anthony, M., & Biggs, N. (2012). *Mathematics for Economics and Finance: Methods and Modelling*. Cambridge University Press.
- Choi, L. J. (2021). English as an important but unfair resource: university students' perception of English and English language education in South Korea. *Teaching in Higher Education*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/13562517.2021.1965572>
- Cook-Sather, A. (2011). Layered learning: Student consultants deepening classroom and life lessons. *Educational Action Research*, 19(1), 41–57. <https://doi.org/10.1080/09650792.2011.547680>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (4<sup>th</sup> edition). Sage publications.
- Feudel, F., & Biehler, R. (2021a). Students' understanding of the derivative concept in the context of mathematics for economics. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 42(1), 273–305. <https://doi.org/10.1007/s13138-020-00174-z>
- Feudel, F., & Biehler, R. (2021b). Students' understanding of the economic interpretation of the derivative in the context of marginal cost. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 1–32. <https://doi.org/10.1007/s40753-021-00144-x>
- Goodman, R. J. B. (2010). Problem-based learning: Merging of economics and mathematics. *Journal of Economics and Finance*, 34(4), 477–483. <https://doi.org/10.1007/s12197-010-9154-7>
- Katzner, D. W. (2003). Why mathematics in economics? *Journal of Post Keynesian Economics*, 25(4), 561–574. <https://doi.org/10.1080/01603477.2003.11051373>
- Lavie, I., Steiner, A., & Sfard, A. (2019). Routines we live by: From ritual to exploration. *Educational Studies in Mathematics*, 101(2), 153–176. <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9817-4>
- Radmehr, F., Laban, H. L. W., Overton, J., & Bakker, L. (2020). Student perceptions of effective lecturers: the need to recognise the role of ethnicity and choice of discipline. *Higher Education Research & Development*, 39(2), 302–317. <https://doi.org/10.1080/07294360.2019.1674789>
- Ramsden, P. (2003). *Learning to teach in higher education*. London: Routledge
- Sfard, A. (2008). *Thinking as Communicating: Human Development, the Growth of Discourses, and Mathematizing*. Cambridge University Press.
- Sfard, A. (2017). Ritual for ritual, exploration for exploration or what the learners get is what you get from them in return. In J. Adler & A. Sfard (Eds.), *Research for educational change: Transforming researchers' insights into improvement in mathematics teaching and learning* (pp. 41–63). London: Routledge.
- Sfard, A. (2020). Commognition. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (2<sup>nd</sup> ed., pp. 95–101). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0>
- Tracy, S. J. (2010). Qualitative quality: Eight “big-tent” criteria for excellent qualitative research. *Qualitative Inquiry*, 16(10), 837–851. <https://doi.org/10.1177/1077800410383121>
- Viiroman, O., & Nardi, E. (2019). Negotiating different disciplinary discourses: biology students' ritualised and exploratory participation in mathematical modeling activities. *Educational Studies in Mathematics*, 101(2), 233–252. <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9861-0>
- Werner, F., & Sotkov, Y. N. (2006). *Mathematics of Economics and Business*. Taylor & Francis.
- Williams, J. (2012). Use and exchange value in mathematics education: Contemporary CHAT meets Bourdieu's sociology. *Educational Studies in Mathematics*, 80(1), 57–72. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9362-x>

# Student Driven Development of Online Learning Tools

O. Dæhli<sup>1</sup>, B. Kristoffersen<sup>1</sup>, and P. Lauvås jr.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*University of South-Eastern Norway (USN)*

<sup>2</sup>*Kristiania University College (KUC)*

## ABSTRACT:

The project “Student-driven development of learning tools for database teaching” aims to develop an educational web application with associated learning resources, for use in database courses on bachelor's studies in IT. The project is a collaboration between the University of South-Eastern Norway and Kristiania University College and has been granted support from Norwegian Directorate for Higher Education and Skills under the program for Student Active Learning for the period 2022-2024. Learning resources and program code will be shared on open platforms.

The learning tool will cover many of the learning objectives in basic database courses and will have a rich exercise bank with corresponding solutions within various database topics, from design (ER) to implementation (SQL). The tool motivates students to practice volume training through a combination of formative feedback and gamification.

The project builds on experiences from previous work by the same team. Each academic year, a group of students are recruited and are paid as developers on an hourly basis and form a distributed development team. Some of the developers will become mentors for the next “cohort” of developers. The work is based on agile development methodology. Selected topics are offered as bachelor theses and as group assignments in project subjects. The various versions will be tried out and evaluated by students in introductory subjects.

This article describes the activities in the project and summarizes the reflections of the project team and the student developers after the first six months. We discuss the arrangement of paid part-time work for students and the adaptation of flexible methodology to distributed development teams, as well as challenges related to development of web applications based on the use of student developers.

**KEYWORDS:** Student developer, Database teaching, Learning tool, Formative feedback, Gamification

## 1 INTRODUCTION

In technical subjects, students may find themselves “stuck” during problem solving. With large and heterogeneous student groups, there is a considerable need for individual tutoring. Since 2017, we have been working on development, research and educational use of a web application intended to help students learn database design, i.e. the art and craft of making so called ER (Entity-Relationship) diagrams. This is an important topic within a database course.

The idea behind the application was to enable students to work independently with problem solving, while at the same time being able to get help from automatically generated formative feedback and visual hints [4]. An application called LearnER was developed with financial support from Norgesuniversitetet. LearnER has been further developed until 2022.

To become skilled at database modeling, volume training is required. It is important to solve many exercises, and to gradually advance from exercises teaching basic concepts and notations to exercises that require the ability to analyze and model more complex systems. To motivate students to solve many exercises, some simple gaming mechanics [7] were added to the application. For example, students are awarded points for each task they solve and can compare themselves on a high-score list with other students' results. Different type of exercises with corresponding solutions have been continuously added into the application. These are marked with a level of difficulty, allowing students to practice at the appropriate level and to gradually develop a greater understanding.

## **2 PLAN FOR DEVELOPING A NEW APPLICATION – DBPERSIST**

After several years of developing LearnER and conducting research [1-3] related to the students' use of it, a lot of knowledge has been established. The use of the application has been extensive, although it has not been used in a mandatory context. Most students we have asked report that the gaming mechanics motivate them to solve more exercises. They have also reported that they find great value in the feedback they get from LearnER while learning data modeling.

Students have also proposed the inclusion of more advanced gamification functionality, more comprehensive formative feedback and, not least, the inclusion of modules for practice in other database subjects. The latter confirms that students see the benefit of having such tools to facilitate learning.

Based on experiences and feedback from students, it was decided to improve interaction with users through the development of a better user interface, to implement more advanced gamification functionality to stimulate further use, to develop a module for SQL training and a quiz module, and to insert more exercises with varying degrees of difficulty. In addition, multiple languages will be supported.

It was found necessary to build a new product from scratch. This will make it possible to structure the code better. In addition, we saw that other development tools could make it easier to realize the new functionality we wanted. Much of the code and concepts from earlier would still be reusable.

As the new application to a large extent will differ from the previous LearnER application, it was given a new name: DbPersist. The word “persist” has both a technological meaning that fits with the database subject (permanent storage of data on disk) but can also mean “to continue to do something in a determined way even when facing difficulties” (Cambridge English Dictionary, paraphrased).

To be able to realize our ideas, we applied for financial funding from The Norwegian Directorate for Higher Education and Skills (HK-dir), which was approved.

## **3 THE USE OF STUDENTS AS DEVELOPERS**

Students have previously been involved in the development of LearnER in various ways, through bachelor's theses, as users and respondents, and to a certain extent as hourly paid part time employees. Now we wanted to establish a developer team composed of student developers from different campuses and educational programs.

The development team is composed of three third-year students and one part-time alumni student. The first team works throughout the academic year 2022–2023 and the next throughout 2023–2024. Members of the first team will get paid for a few extra hours as mentors for the next team. Each student will put in approximately 250 hours in total. This corresponds to one working day per week during the teaching periods, but students can if they want, concentrate their work so that it fits in with other activities. Most of the collaborative project work will take place online.

Students are often employed as tutors in exercise lessons, as mentors for new students, for doing recruitment work, etc. They are to a lesser extent employed for assignments where their professional skills acquired through the study program are used more directly towards development tasks. Within the area of IT, such work can be of great value both for IT students and for institutions needing software developed for teaching- and research-purposes. Earlier research suggests that these IT students may not only increase their software engineering skills, but also gain a much-needed confidence boost [5].

It was important for us to recruit students who had good and relevant skills and who were prepared to work and collaborate online. The student developer positions were advertised for the relevant student groups. The applicants had to explain their competence and motivation, and we received approximately 20 applicants for 3 positions. There were many well-qualified candidates, so an interview round was carried out prior to employment.

During the hiring process, we also investigated student expectations and reflections when proposed with an opening for a part-time job as a software developer in their own educational institution. Our findings suggest that the technology involved, and the level of flexibility in the project were the key factors when considering such a job [6].

## **4 THE APPLICATION DEVELOPMENT PROCESS**

It was planned for an agile development process. With full-time students who only had limited amount of time dedicated to the work, development had to be practiced with a large degree of flexibility in mind. A progress plan was created for autumn 2022 and it was decided to use parts of the SCRUM framework, which is widely used in software development projects.

Based on the project goal, the project was divided into several work packages (sub tasks), which together constituted the project's backlog. From the backlog, work packages were selected for each upcoming sprint (work period). The semester was divided into three sprints, where each sprint contained a set of assignments selected from the backlog. After each sprint, an online sprint review meeting was arranged. There, results were presented, backlog updated and plan for the coming period decided.

The semester began with a full-day physical kick-off meeting, where everyone involved had the opportunity to get to know each other and be involved in the planning. Work packages for the first sprint were selected. The full-day physical kick-off will be arranged at the beginning of each new semester.

Further collaboration in the autumn semester was carried out digitally. To make such project work succeed, with student developers and staff spread across different campuses, the digital development and collaboration tools become important. Discord was chosen as the main communication platform – mainly based on a recommendation from the developers. For more formal video meetings, Zoom was used. After the pandemic, everyone was well accustomed to working digitally with such tools.

When developing software, it is very important to use a good version control system. Developers must be able to work on different parts of the code, and thereafter be able to merge it with other people's code. Furthermore, changes must be traceable. Git, which is arguably the most widely used version control system today, was chosen. A GitHub repository was created for sharing code, using Git. Currently, this is organized as a private repository, but will be made open source at some point during the project period. Through the project, the students get practical experience with various digital tools, in addition to the actual programming tools in use. They also gain experience from working in a distributed team.

## **5 COLLECTING DATA TO EVALUATE THE LEARNING TOOL**

The development of DbPersist is largely based on results from our previous systematic development and research aimed at the development of its predecessor LearnER.

In recent years, LearnER has been used by hundreds of students each year. We have then conducted several interviews, observations and surveys aimed at studying the educational and pedagogical value. Statistical (anonymous) data has been retrieved from LearnER to analyze the use of the application

The new DbPersist project is currently in an early phase, so most of the assessments are currently based on our observations and conversations with those involved. When the new application is ready to be used by students in courses, new surveys will be conducted.

## **6 STUDENT ENGAGEMENT**

During the development, students have been included in various ways, through bachelor's theses, project work in a UX course (User Experience course), as users and respondents in database courses on several campuses and as hourly paid student developers. Multiple forms of student engagement in such a large development project has provided a lot of valuable experiences.

### **6.1 Bachelor's thesis**

The project has been well suited as a bachelor's thesis for IT students. So far, 6 students have completed a bachelor's thesis on LearnER. In general, a challenge can be that different students may have different levels of knowledge, skills and ambition, and that the results of bachelor's theses may therefore vary widely. In our case, all have been skilled and highly committed bachelor candidates.

There are challenges associated with domain knowledge and programming skills being lost when their thesis is completed. Good documentation and knowledge transfer to upcoming developers are therefore very important. In our project, some resources have therefore also been used to engage some of these

alumni, for further development and for knowledge transfer. Ensuring such a transfer of expertise is of great importance, as virtually all applications need maintenance and further development over time.

## **6.2 Students in a UX course**

In the autumn of 2022, all students in a UX course at KUC worked on LearnER as a case in mandatory group assignments. How could the user interface be improved to create a better learning experience for the user? The feedback from the course coordinator for the UX course was that the case was academically relevant and interesting. The students themselves had used LearnER in a previous database course and thus had relevant prior knowledge.

The course coordinator selected three group reports, which we were given access to. All three groups point out that parts of the application are “text heavy” and that there is a need to make the solution self-explanatory for new users. They point to several examples of inconsistencies in the user interface. They suggest that the application to a larger extent should guide the students through problem solving, and they propose to add more gaming mechanics, such as avatars, rewards and top ten lists only for group of friends, as well as more content such as quizzes, videos and concept drills (flashcards). One group pointed out that some students may lose motivation from the competition inherent in gamification and suggests that students should be able to “hide” their username from such lists. Overall, the three example reports give us a large and creative idea bank, which will provide valuable input to the development team.

## **6.3 Hourly paid student developers and mentors**

The student developers report that they experience the development work as very work relevant, but also demanding. Especially in times when studies demand a lot from them, for instance when submission of work requirements piles up or around the time of exams. Then it is difficult to prioritize development tasks. At the same time, they feel an obligation towards us and the other team members, who may have different periods of intensity. Therefore, it is important for the staff to state clearly that it is fully acceptable to prioritize studies during such periods. This is something students highlight as positive, compared to, for example, a job outside their educational institution.

Through their work, the students are given the opportunity to practice much of the technology they have learned in courses in a real development project. In addition, they also need to learn a lot of new development practices. By being part of teams composed of students at different campuses, they are also put in a situation where they must collaborate and use various digital tools for interaction and development.

The student developers will also be used as mentors to help new developers who enter the project. This has been important to ensure continuity and that new developers become productive early on. Along the way, there are also regular meetings, where the status of the development is presented, and challenges and obstacles are addressed and dealt with. Close follow-up is also important for the student's motivation.

The student developers have special expertise in the area we need. Nevertheless, it takes quite a lot of time to master the technology and the system, which we probably underestimated a bit. As with other jobs, a training phase is required before new student developers become productive. This is more challenging when it comes to relatively short-term assignments that are to be continued by others.

Through interviews, students describe this kind of work as more demanding than, for example, being an assistant in exercise sessions. As a teacher assistant, they get preparation time and master the situation well. The time they will spend is easy to stipulate. In a development project, such as DbPersist, there are far more challenging tasks where it is difficult to stipulate time requirements. The students also become ambitious and want to deliver on the decided goals. Often, they find that they spend more time than stipulated, but it is considered as time well spent as it provides relevant experience.

## **6.4 Student users and testers**

The former application, LearnER, has been used by a large number of students in the last five years, and several papers have been written based on research aimed at its use [1–3]. The new application has not yet been developed sufficiently to use, but it is scheduled to take place during 2023. Systematic studies will then be carried out.

## 7 CONCLUSION

Student-driven development is perceived as valuable for both the students and the institutions. In this project, both bachelor's thesis students, hourly paid student developers, students in a UX course, and students as users of the application, have been involved in the project.

Student developers get relevant and paid work experience. Institutions are getting educational software that can be used in their study programs.

As it is demanding for students to participate in such development work, it presents some challenges to combine it with studies. It is therefore important that students can reduce the amount of development work in periods when they need to concentrate on, for example, exam work.

As in other jobs, it is noticeable that training and a certain period of practical work are required before students become productive. There are also challenges associated with the fact that students often will work on different parts of the software, which must be combined into a common product. Frequent communication, as well as planning and agreement on standards and interfaces for modules being developed, are then very important.

For students using such applications, it may be motivating to see that students have contributed to the development of the learning tool in multiple ways.

Student developers have a unique expertise when it comes to identifying students' needs and what motivates them as they are students themselves. They can also be positive role models for other students.

Student developers get a relevant practice during the study period, which will most likely count positively when they apply for jobs. They gain practical experience in programming with modern development tools. They do also get a valuable experience from having to work and collaborate digitally with other student developers. This gives them an extra digital collaboration competence.

## ACKNOWLEDGEMENT

The project has received financial support from Norwegian Directorate for Higher Education and Skills under the program for Student Active Learning for the period 2022-2024. USN and KUC have facilitated the project. We would also like to thank all students involved in the project.

## REFERENCES

- [1] Dæhli, O., Kristoffersen, B., Lauvås Jr, P., and Myrbakken, H. (2018). A Supportive Web-Based Tool for Learning Basic Data Modeling Skills. In ECEL 2018 17th European Conference on e-Learning (p. 116). Academic Conferences and publishing limited.
- [2] Dæhli, O., Kristoffersen, B and Sandnes (2020). Lessons Learned from Developing and Evaluating an Educational Database Modeling Tool, 19th European Conference on e-Learning, ACI Academic Conferences International, Berlin, pp. 129-138.
- [3] Dæhli, O., Kristoffersen, B., Lauvås, P. and Sandnes, T. (2021). Exploring Feedback and Gamification in a Data Modeling Learning Tool, Electronic Journal of e-Learning, Vol. 19, No. 6, pp. 559-574.
- [4] Hahn, M. G., Navarro, S. M. B., Valentín, L. D. L. F., & Burgos, D. (2021). A systematic review of the effects of automatic scoring and automatic feedback in educational settings. IEEE Access.
- [5] Heggen, S. and Myers, C. (2018). Hiring millennial students as software engineers: a study in developing self-confidence and marketable skills. In Proceedings of the 2nd International Workshop on Software Engineering Education for Millennials (pp. 32-39).
- [6] Lauvås, P., & Dæhli, O. (2022). Students' view on applying for part-time work as an on-campus software developer. In NIKT: Norsk IKT-konferanse for forskning og utdanning. 2022, 4.
- [7] Zainuddin, Z., Chu, S.K.W., Shujahat, M. and Perera, C.J, (2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence, Educational Research Review, Vol. 30, Article 100326.

# Modulbasert innlæringsdesign for omvendt undervisning – hvordan tilrettelegge for læring i forberedelsesfasen

A. Jenssen

*Institutt for samfunnsøkonomi, Handelshøyskolen BI*

**SAMMENDRAG:** omvendt undervisning gjør det mulig å inkludere studentaktive og gruppebaserte læringsaktiviteter i fellesundervisning, men det er essensielt for undervisningsopplegget at innlæringsmaterialet bearbeides på forhånd. Forberedelsesfasen kan oppleves som utfordrende for mange, og en måte å tilrettelegge for økt bruk av innlæringsmaterialet er å designe det som en klart definert læringssti med vekselvis bruk av korte videoer, lærebokreferanser og ulike oppgaver. Det defineres her som modulbasert innlæringsdesign, og i dette bidraget argumenteres det med utgangspunkt i to gjennomføringer av et innføringskurs i matematikk for økonomistudenter ( $N > 250$  per gjennomføring) at et slikt design er gunstig. To ulike design er testet innad og på tvers av gjennomføringene, og med bakgrunn i kvantitative og kvalitative data er det mulig å påstå at et modulbasert innlæringsdesign brukes av flere og oppfattes som mer læringsfremmende sammenlignet med et opplegg der man selv må sortere og prioritere mellom innlæringsmaterialet. Dette designet anses som anvendbart innenfor flere fagfelt og gunstig for emner på begynnersemestre.

**NØKKELOD:** omvendt undervisning, aktiv læring, studentsentrerte læringsomgivelser, undervisningsdesign og studenters læringsprosesser.

## 1 INTRODUKSJON

Aktiv læring øker studenters faglige utbytte i motsetning til monologbaserte forelesninger med passiv deltakelse [1], og en mulighet for å inkludere studentinvolverende aktiviteter i fellesundervisning er gjennom omvendt undervisning som har vist positive resultater [2]. Et essensielt premiss for den undervisningsformen er at det tildelte innlæringsmaterialet bearbeides før fellesundervisning, men mange studenter kan oppleve innlæringsfasen som utfordrende [3].

Med utgangspunkt i et introduserende matematikkurs for økonomistudenter med ingen eller lite matematikkspesialisering fra videregående skole vil jeg diskutere hvordan man kan designe forberedelsesdelen slik at flest mulig gjennomfører den, samt hvorfor innholdet og presentasjon av innlæringsmaterialet er utslagsgivende for i hvilken grad studenter benytter seg av det.

## 2 METODE

### 2.1 Beskrivelse av emnet

Kurset «MET 2910 – Matematikk for økonomer (7.5 stp.)» går over to semestre og er obligatorisk for førsteårsstudenter på 5 studieprogram. All undervisning er frivillig og i hver undervisningsuke gjennomføres det 2 timer fellesundervisning og 2 timer digital/fysisk spørretjeneste. Kurset består av en innføringsdel som tar for seg grunnleggende matematiske konsepter og en videreføringsdel som diskuterer økonomiske anvendelser av matematikk i en og to variable. Summativ vurdering er skoleeksamen på tre (20%) og fem timer (80%) for henholdsvis innføring- og videreføringsdelen.

### 2.2 Gjennomføring og design på innlæringsmaterieell

Over to gjennomføringer i to paralleller med et totalt ukentlig oppmøte i størrelsesorden  $180 < N < 270$  har kurset hatt et oppsett hvor innlæringsmaterialet er presentert i læringsplattformen til hver undervisningsøkt etter de to designene angitt under. Innlæringsmaterialet består av videoer som er laget etter læringsfremmende prinsipper [4], referanser til pensumlitteratur, regneoppgaver av algoritmisk karakter og flervalgsoppgaver av konseptuell karakter.

- $D_{selv}(D_s)$ : en strukturert og oversiktlig inndeling der studentene delvis selv må navigere og sortere mellom innlæringsmaterialet.
- $D_{modul}(D_m)$ : en læringssti der studentene bearbeider innlæringsmaterialet i en forhåndsbestemt vekselvis rekkefølge.

Designene kan sammenlignes innad og på tvers av gjennomføringene etter oppsettet i tabell 1. Høst- og vårsemesteret består henholdsvis av 10 og 14 felles undervisningsøkter, og det påpekes at for designsammenligningen tilknyttet gjennomføring 1 er de fire siste datapunktene for vårsemesteret utelatt i resultatene av illustrative årsaker.

Gjennomsnittlig antall unike seere for alle videoene tilknyttet hver undervisningsøkt er brukt som måltall for i hvilken grad studenter har bearbeidet innlæringsmaterialet og tallene er hentet fra videoplattformen Panapto. Formelle og uformelle tilbakemeldinger fra begge studentgruppene utgjør det kvalitative datagrunnlaget.

Tabell 1: tildeling av design på innlæringsmateriell.

	Design høst	Design vår
Gjennomføring 1(G1): H21/V22	$D_{selv}$	$D_{modul}$
Gjennomføring 2(G2): H22/V23	$D_{modul}$	$D_{modul}$

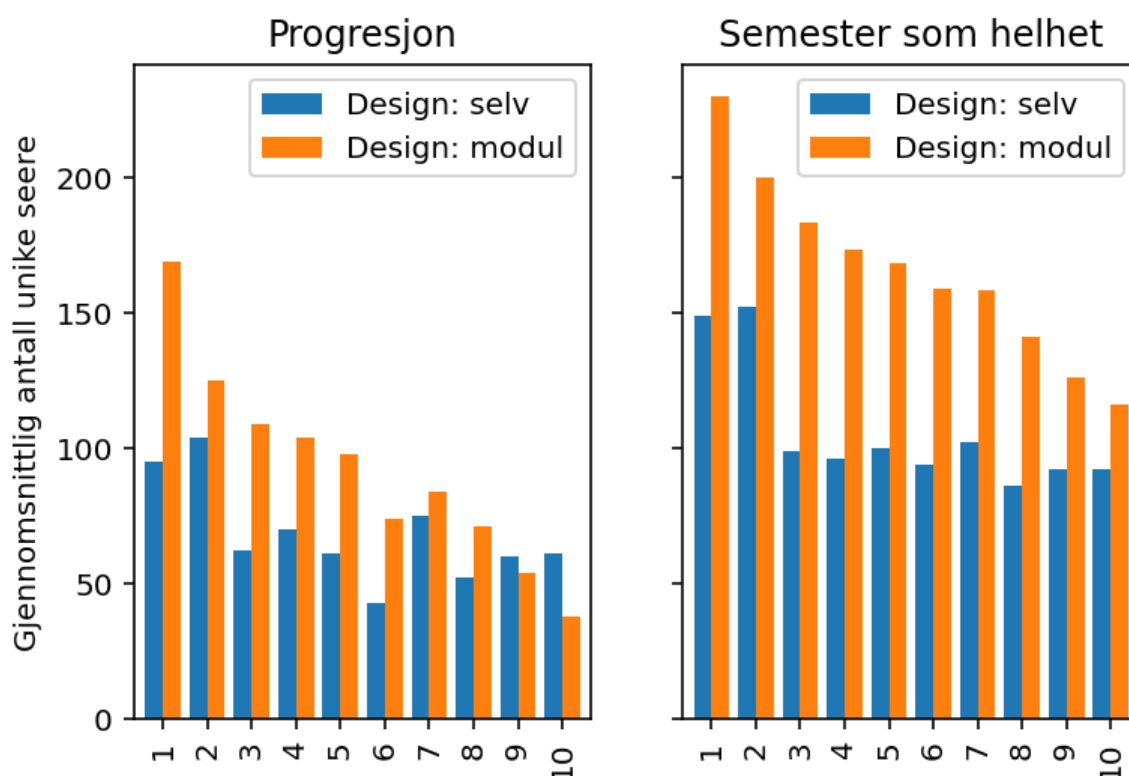
### 2.3 Fellesundervisning

Undervisningsøktene innledes i plenum med en kort diskusjonsbasert oppsummering av de mest sentrale aspektene fra innlæringsmaterialet og påfølges av gruppearbeid med oppgaver av konseptuell og regneteknisk karakter. Under gruppearbeidet får studentene tilbakemelding fra foreleser og studentassistenter for å fremme selvregulerende adferd [5].

## 3 RESULTATER

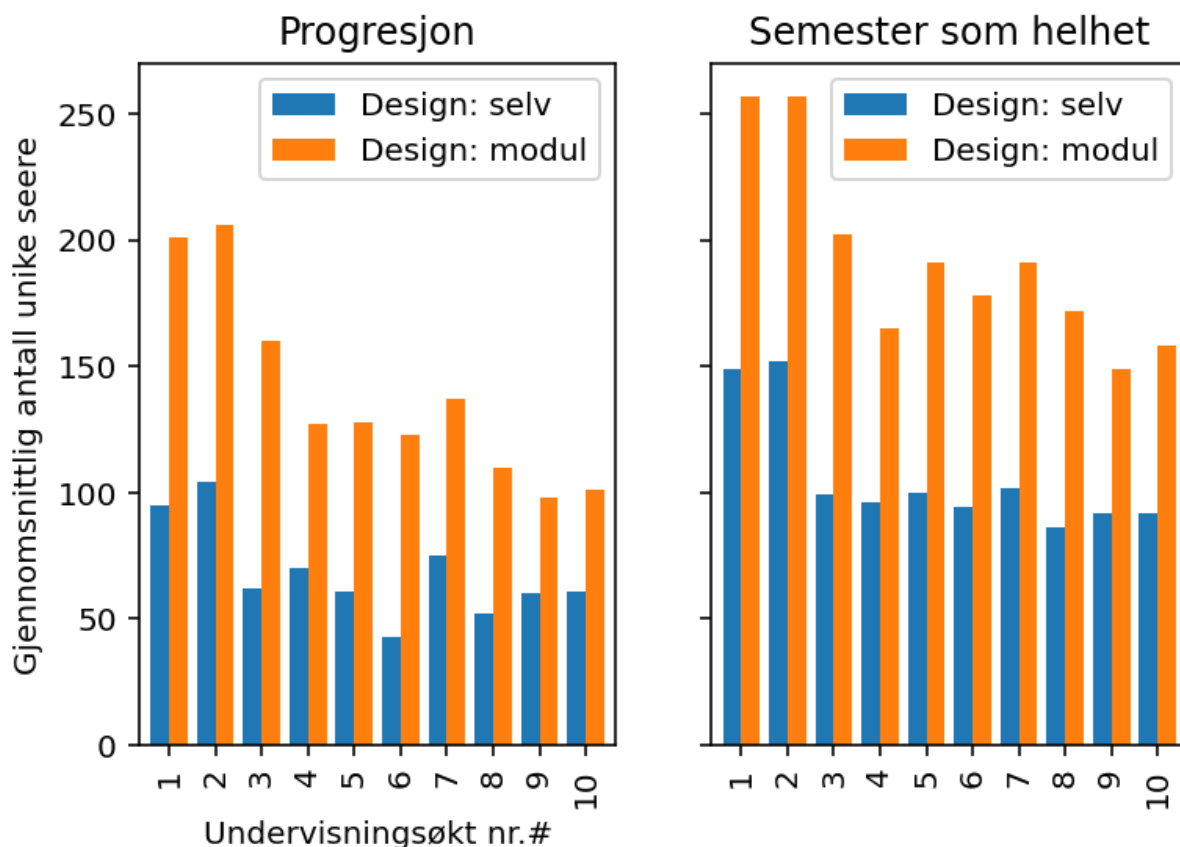
Figur 1 og figur 2 viser gjennomsnittlig antall individuelle seere av innlæringsvideoene til designene for henholdsvis gjennomføring 1 (innad i samme studentkull) og 2 (på tvers av to studentkull). Begge figurene illustrerer også bruksgraden for studentene som følger undervisningsprogresjonen og semesteret sett under ett.

Tabell 2 viser forholdet  $\Delta = \frac{D_m}{D_s}$  for de fire tilfellene illustrert i figur 1 og 2. Siste kolonne i samme tabell viser gjennomsnittet for  $\Delta$  over semesteret, men det bemerkes at den direkte tolkningen av disse verdiene er noe begrenset da de utgjør et gjennomsnitt av gjennomsnitt.



Figur 1:  $D_s$  mot  $D_m$  innad i G1 over 10 undervisningsøkter. Merk at y-aksen har like enheter i begge delfigurer.





Figur 2:  $D_s$  for G1 mot  $D_m$  for G2 over 10 undervisningsøkter. Merk at y-aksen har like enheter i begge delfigurer.

Tabell 2: Forholdet  $\Delta = \frac{D_m}{D_s}$  mellom designene på innlæringsmaterialet til hver undervisningsøkt.

	Økt nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Gjennomsnitt
Gjennomføring 1 (G1, innad)	Progresjon	1.78	1.20	1.76	1.49	1.61	1.72	1.12	1.37	0.90	0.62	1.36
	Semester	1.54	1.32	1.85	1.80	1.68	1.69	1.55	1.64	1.37	1.26	1.57
Gjennomføring 2 (G2, på tvers)	Progresjon	2.12	1.98	2.58	1.81	2.10	2.86	1.83	2.12	1.63	1.66	2.07
	Semester	1.72	1.69	2.04	1.72	1.91	1.89	1.87	2.00	1.62	1.72	1.82

## 4 DISKUSJON

Sammenligningen av designene for G1 og G2 diskuteres separat med en oppsummerende drøfting.

### 4.1 Gjennomføring 1

Tallene i Tabell 2 og utviklingen i Figur 2 anslår at innlæringsmaterialet for  $D_m$  benyttes av flere studenter enn  $D_s$ , men at trenden for å følge undervisningsprogresjonen i løpet av semesteret er avtagende. Studentene rapporterte gjennom en formell midtveisevaluering på høstsemesteret ( $D_s$ ) at «... studentene som er lærevillige møter opp til forelesning, de som ikke møter har manglende interesse», samt at «... det er vanskelig [for mange] å se videoer før forelesning ...». I en tilsvarende evaluering på vårsemesteret ( $D_m$ ) formulerte studentene seg slik «De aller fleste studentene som møter til undervisning .... gjør en innsats for å være så forberedt som mulig», samt at «... [innlærings]modulene er oversiktlige og lette å forstå ...».

### 4.2 Gjennomføring 2

Tallene i Tabell 2 og utviklingen i Figur 3 anslår at innlæringsmaterialet for  $D_m$  benyttes av betydelig flere studenter enn  $D_s$  både til ukentlig undervisning og semesteret sett under ett. I den formelle midtveisevalueringen på høstsemesteret ( $D_m$ ) ble det rapportert at «Studentene er meget fornøyde med

[innlærings]modulene ...», samt at innlæringsmodulene «...er godt tilpasset til studentene med videogjennomgang, oppgaveløsning og oppgaver tilknyttet til emnet».

### 4.3 Oppsummerende drøfting og refleksjon

De kvantitative dataene indikerer klart at studentene bearbeider innlæringsmaterialet ved  $D_m$  i betydelig større grad sammenlignet med  $D_s$  semesteret sett over ett, men at det uavhengig av design er en avtagende trend for antall studenter som følger undervisningsprogresjonen. Kvalitative data støtter oppunder om at studentene anser innlæringsmaterieil ved  $D_m$  som en mer egnet læringsressurs enn  $D_s$ . Forskningsdesignmessig er sammenligningen  $D_s(G1)$  mot  $D_m(G2)$  den mest interessante som en kvasiekperimentell studie, og de kvantitative resultatene er også mest uttalt i det tilfellet.

Årsakene til den tydelige økningen i bruksgrad og studentenes holdningsendring ovenfor innlæringsmaterialet ved de to ulike designene relateres trolig til mer overordnede pedagogiske prinsipper som studentsentrerte læringsomgivelser [6][7] og selvregulerende adferd [8] av primært to årsaker:

- 1)  $D_m$  er konstruert slik at man ikke trenger å sortere og prioritere mellom flere innlæringsressurser som ved  $D_s$ .
- 2)  $D_m$  legger mer til rette for aktiv læring og egenbestemt progresjon i større grad enn  $D_s$  da man følger en forhåndsbestemt læringssti som er mer oversiktlig å arbeide med.

## 5 KONKLUSJON

Erfaringer og datagrunnlaget i studien antyder at innholdet og oppsettet på forberedelsesdelen tilhørende omvendt undervisning er utslagsgivende for i hvilken grad studenter benytter seg av innlæringsressursene, og om de opplever innlæringsmaterialet som læringsfremmende. En forhåndsbestemt og definert rekkefølge på hvordan innlæringsmaterialet skal bearbeides anslås anvendbart for ulike studentgrupper tilknyttet flere fagfelt for begynneremner.

## ANNERKJENNELSER

Takk til D.A.Coucheron(UiT) og E.J.Holsbø(UiT) for verdifulle innspill og konkrete tilbakemeldinger - jeg spanderer neste runde.

## REFERANSER

- [1] Freeman, S. et al. (2014). *Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics*. PNAS, 111, 8410-8415.
- [2] Låg, T., & Sæle, R. G. (2019). Does the Flipped Classroom Improve Student Learning and Satisfaction? A Systematic Review and Meta-Analysis. *AERA Open*, 5(3).
- [3] Akçayır, G. & Akçayır, M. (2018). *The flipped classroom: A review of its advantages and challenges*. *Computers & Education*, 126, 334–345.
- [4] Brame, Cynthia. (2016). *Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content*. *Cell Biology Education*. 15. es6-es6.
- [5] Nicol, David & Macfarlane, Debra. (2006). *Formative Assessment and Self-Regulated Learning: A Model and Seven Principles of Good Feedback Practice*. *Studies in Higher Education*. 31. 199-218.
- [6] Biggs, J. and Tang, C. (2011). *Teaching for learning quality at university: What the student does* (4. utg.). Open University Press.
- [7] Damşa, C. & de Lange, T. (2019). *Student-centred learning environments in higher education. From conceptualization to design*. *Uniped*, 42(1), 9–26.
- [8] Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (Eds.). (2011). *Handbook of self-regulation of learning and performance*. Routledge/Taylor & Francis Group.

# Spillbasert læring: motivasjon for å ta i bruk ny teknologi

T. Solstrand<sup>1</sup>, A. M. Wirsing<sup>1</sup>, M. T. P. Beerepoot<sup>2</sup>, og D. A. Coucheron<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Det helsevitenskapelige fakultet, UiT Norges arktiske universitet

<sup>2</sup>Fakultet for naturvitenskap og teknologi, UiT Norges arktiske universitet

**SAMMENDRAG:** Spillbasert læring bruker prinsipper fra spill for å engasjere og motivere studenter i sin læring. I kombinasjon med innsikter om effektive læringsstrategier kan spillbaserte læringsressurser sikre både motivasjon til å lære og en effektiv læringsprosess. En forutsetning for å lykkes med introduksjon av ny teknologi generelt og spillbaserte læringsressurser spesifikt er at teknologien aksepteres av studentene og at teknologien er vel egnet til hva den brukes for. CranialGame er en nyutviklet digital spillbasert læringsressurs som tester om studentene mestrer navn, utspring og funksjoner til de tolv hjernenervene hos mennesker. I dette bidraget undersøker vi studentenes motivasjon til å ta i bruk CranialGame spesifikt og spillbaserte læringsressurser mer generelt. Et kull medisinstudenter har blitt introdusert til læringsressursen både individuelt og gruppevis i en modul om nevroanatomi. Studentene har deretter blitt oppfordret til å bruke CranialGame i sin læring. Gjennom en spørreundersøkelse har vi undersøkt bruken av CranialGame spesifikt og holdninger om spillbasert læring generelt. Vi bruker en kombinasjon av de to modellene Technology Acceptance Model og Task-Technology Fit for å måle studentenes opplevelse av velegnethet, brukervennlighet og nytte av spillbaserte læringsressurser. Selv om de aller fleste studentene fikk lyst til å bruke CranialGame etter dets introduksjon og var motivert til å bruke spillbaserte læringsressurser generelt, rapporterte bare omtrent en tredjedel at de faktisk har brukt denne læringsressursen. Vi diskuterer her hvorfor ikke flere studenter har tatt i bruk CranialGame, og mer generelt hvordan vi kan lykkes med å motivere studenter til å ta i bruk ny teknologi eller nye læringsressurser. Innsikt i studentenes motivasjon i møte med ny teknologi er viktig for planlegging og utvikling av nye ressurser.

## 1 INTRODUKSJON

Kunnskap om effektive læringsstrategier er viktig for å utvikle teknologi som har læring som hensikt. Dunlosky et al. (2013) har oppsummert litteraturen om ti ulike læringsstrategier og funnet at særlig testing (*retrieval practice*) og distribuert øvelse (*distributed practice*) er effektive måter å lære på. Testing innebærer henting av lært materiale fra hukommelsen. Blant de mange positive effekter av testing som er oppsummert av Roediger et al. (2011) er både direkte effekter – testing fører til bedre hukommelse av materialet i forhold til å lese materialet flere ganger – og indirekte effekter, som for eksempel at testing fører til mer motivasjon til å studere videre. Distribuert øvelse innebærer at læringen av materialet fordeles over flere økter, noe som fører til bedre langtidshukommelse for materialet enn en lignende mengde læring i én økt (Dunlosky et al., 2013). Testing og distribuert øvelse er effektive læringsstrategier hver for seg men kan også kombineres på ulike måter (Beerepoot, 2022). Én måte å kombinere dem på er *successive relearning* (Dunlosky & Rawson, 2015), der materialet testes fram til et visst kriterium er nådd og deretter igjen og igjen etter et visst tidsintervall. Når en student lærer på egenhånd utenfor klasserommet må studenten selv ta en rekke avgjørelser om hva som skal læres, hvordan det skal læres og hvor lenge det læres. Effektiv selvregulert læring forutsetter dermed kunnskap om læring, noe som de fleste studentene ikke nødvendigvis har (Kornell & Bjork, 2007).

Tilrettelegging for effektiv læring fører ikke automatisk til at studentene er motivert til å ta i bruk en ny læringsressurs. Én måte å motivere studentene på er å bruke prinsipper fra spill for å engasjere studentene i sin læring, noe som er kjent som *spillbasert læring*. Mye tyder på at spillbasert læring har potensial til å øke læring, ferdigheter og motivasjon i forhold til tradisjonell læring og andre former for digital læring (Gentry et al., 2019). Det skilles mellom *læringsspill* (*serious games* eller *game-based learning*), som er spill som er utviklet med hensikten for å lære noe, og *spillifisering* (*gamification*), som innebærer å bruke elementer fra spill i andre kontekster enn spill (Sanchez et al., 2020). Disse spillelementene kan for eksempel være å gi poeng eller andre belønninger for å øke engasjement og

motivasjon i læringen. Spillbaserte læringsressurser som bygger på dokumentert effektive læringsstrategier kan sikre både motivasjon til å lære og en effektiv læringsprosess.

CranialGame er en egenutviklet digital spillbasert læringsressurs (utviklet av T. Solstrand) som tester om studentene mestrer navn, utspring og funksjoner til de tolv hjernenervene hos mennesker. CranialGame omtales som et spill, som i seg selv er et grep for å øke engasjement og motivasjon med læringsressursen. Studentene får poengsum etter å ha svart på spørsmål om én av hjernenervene og denne nerven kommer tilbake senere dersom ikke alle svarene var riktige. Studentene kan også trykke på en knapp for å få mer informasjon om den aktuelle hjernenerven. CranialGame legger til rette for testing som effektiv læringsstrategi og egner seg godt til å brukes over flere økter med læringsstrategien *successive relearning*, der kriteriet kan være å svare riktig på alle tolv hjernenerver én gang hver økt. Etter å ha oppnådd dette kriteriet kan studenten avslutte læringsøkten og planlegge en ny økt etter for eksempel noen uker.

Hvordan kan vi lykkes med å introdusere ny teknologi generelt og spillbaserte læringsressurser som CranialGame spesifikt? En viktig forutsetning er at teknologien aksepteres av studentene og at teknologien er vel egnet til hva den brukes for. Technology Acceptance Model (TAM; Davis, 1979) og Task-Technology Fit (TTF; Goodhue & Thompson, 1995) er to modeller som brukes ved implementasjon av ny teknologi og som analyser brukervennlighet, opplevd nytte og velegnethet av teknologien. TAM postulerer at ved bruk av ny teknologi evaluerer brukeren hvor enkel teknologien er å bruke, samt hvor nyttig den er, og dette avgjør så motivasjonen for å ta i bruk teknologien. TTF er en modell som brukes for å kvantifisere effektiviteten til teknologiske løsninger ved å se på sammenhengen mellom teknologien og oppgaven den skal støtte.

I dette bidraget undersøker vi studentenes motivasjon til å ta i bruk en nyutviklet læringsressurs (CranialGame) og i hvilken grad studentene faktisk har tatt den i bruk i sin læring. I tillegg til dette bruker vi en kombinasjon av TAM og TTF for å måle studentenes opplevelse av velegnethet, brukervennlighet og nytte av spillbaserte læringsressurser generelt. I diskusjonen drøfter vi hvorfor ikke flere studenter har tatt i bruk CranialGame, og mer generelt hvordan vi kan lykkes med å motivere studenter til å ta i bruk ny teknologi eller nye læringsressurser.

## 2 METODE

### 2.1 Introduksjon av CranialGame til studentene

CranialGame ble introdusert til et kull andreårs medisinstudenter ved UiT Norges arktiske universitet våren 2022 som del av en modul om nevroanatomi i emnet MED-2501 (60 stp.) med 126 eksamensmeldte studenter. Først ble studentene introdusert for spillet individuelt i en ikke-obligatorisk digital forelesning på Zoom om hjernenervene. Etter en interaktiv introduksjon til empirisk forskning på læringsstrategiene testing og distribuert øvelse ble CranialGame demonstrert til studentene. I tillegg til dette ble studentene introdusert gruppevis til spillet én til to uker senere ved én av postene i obligatorisk undervisning med stasjonsarbeid. Her ble studentene delt inn i grupper på 2-3 studenter og instruert kort om hvordan spillet virket. For å forhindre at én student tok føringen ble de oppfordret til å tenke ett minutt på spørsmålet selv, før de fikk diskutert svaralternativene i gruppen. Økten varte 20 minutter per gruppe. Én til to uker etter den gruppebaserte introduksjonen fikk studentene tilgang til CranialGame gjennom enten en server, nedlastning (kun Windows) eller datamaskiner ved en datalab ved universitetet. Det ble utarbeidet en teknisk veileder for tilgang til CranialGame. Gjennom læringsplattformen Canvas ble studentene oppfordret til å bruke CranialGame i sitt selvstudium, for eksempel gjennom læringsstrategien *successive relearning* (Dunlosky & Rawson, 2015).

### 2.2 Spørreundersøkelse om motivasjon til å ta i bruk spillet

Etter fire uker med tilgang til CranialGame ble en anonym spørreundersøkelse distribuert til studentene. Spørreundersøkelsen ble innlemmet i en repetisjonsforelesning om temaet, som sikret høy deltagelse. 91 studenter svarte på spørreundersøkelse, som tilsvarer 72% av alle eksamensmeldte studenter. Av disse var 61 (71%) kvinner; 75 (83%) var under 25 år og resten var mellom 25 og 32 år. Én student leverte en tom besvarelse og denne ble fjernet fra analysen. Spørreundersøkelse besto av flere deler. Første del var spørsmål om tilstedeværelse under introduksjonene, bruk av CranialGame etter introduksjonen, alder og kjønn. Videre ble det stilt fire kunnskapsspørsmål om hjernenervene og to

spørsmål om læringsstrategier. Etterpå fulgte påstander om motivasjon til å ta i bruk CranialGame etter introduksjon i forelesningen og etter stasjonsarbeid. Avslutningsvis kom instrumentet basert på TAM og TFF (inspirert av Wu & Chen, 2017) som måler konstruktene opplevd nytte (fem påstander om individuell bruk og fem påstander om bruk i gruppe), opplevd brukervennlighet (fire påstander) og velegnethet av teknologien (to påstander) om spillbasert læring. Til sammen dannet disse påstandene grunnlag for fire konstrukter som vi presenterer i Fig. 1 (høyre).

### 3 RESULTATER FRA SPØRREUNDERSØKELSEN

Vi vil her først presentere resultatene om CranialGame spesifikt og deretter om spillbasert læring generelt.

De aller fleste studenter rapporterte i spørreundersøkelsen at de var helt enig (N=51, 59%) eller delvis enig (N=30, 35%) i påstanden «jeg fikk lyst til å bruke CranialGame etter forelesningen» og helt enig (N=53, 62%) eller delvis enig (N=29, 34%) i påstanden «jeg fikk lyst til å bruke spillet etter stasjonsarbeidet». Til sammen fikk altså godt over ni av ti studenter lyst til å bruke spillet etter introduksjonene.

Selv om motivasjonen til å ta i bruk læringsressursen var høy, var det kun 32 studenter (36%) som rapporterte at de faktisk hadde brukt CranialGame etter stasjonsarbeidet. Av disse hadde 17 brukt spillet på Mac og 15 på Windows. 31 studenter hadde brukt spillet kun individuelt og én kun i gruppe. I Fig. 1 (venstre) presenterer vi resultatene på hvor ofte og hvor lenge disse studentene spilte CranialGame. 11 Studenter spilte kun 1-2 ganger under 15 minutter og de aller fleste studenter spilte i økter på under 30 minutter. Cirka halvparten (15 av 32 studenter) spilte minst tre ganger på disse fire ukene.

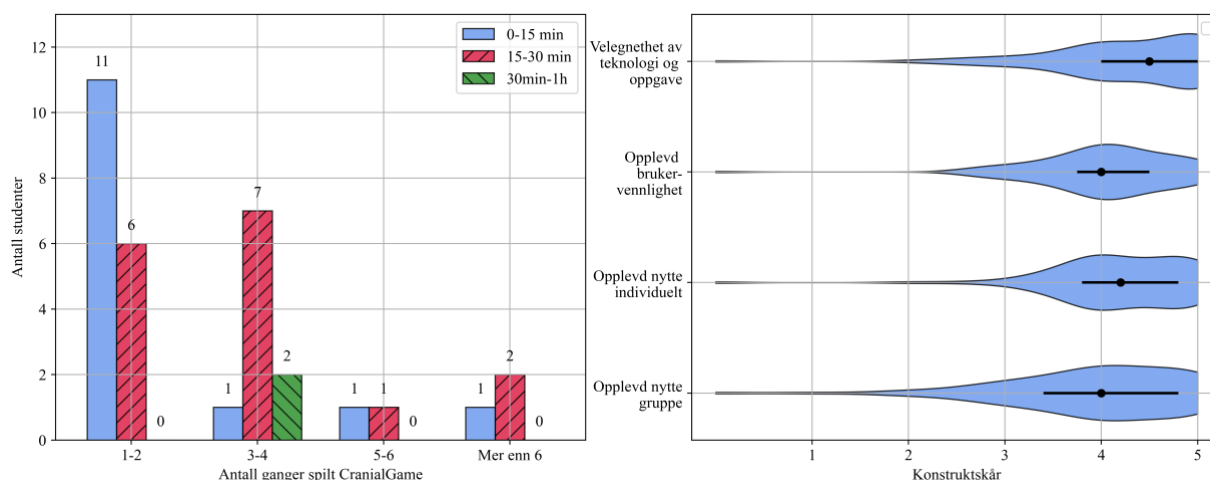


Fig. 1. Søylediagram med resultater om hvor ofte og hvor lenge studentene spilte CranialGame (venstre, basert på 32 svar). Fiolinplott med distribusjon (blått område), median (svart prikk) og interkvartilbredden (svart linje) av studentenes gjennomsnittsskår på de fire konstruktene om spillbasert læring der 1 tilsvarer helt uenig i påstandene, 2 delvis uenig, 3 usikker, 4 delvis enig og 5 helt enig (høyre, basert på 90 svar).

Kun 26 studenter (29%) var helt enig i påstanden «jeg hadde ingen problemer med å få tak i CranialGame» mens 18 (20%) og 8 (9%) var henholdsvis delvis uenig eller helt uenig. Til sammen 48 (53%) var helt eller delvis enig i påstanden «jeg skulle ønske det var enklere å få tak i CranialGame» og til sammen 42 (47%) var helt eller delvis enig i påstanden «jeg hadde brukt CranialGame mer om det var lettere å få tak i». Disse resultatene tyder på at tilgjengelighet av spillet var en begrensning for å ta det i bruk, i hvert fall til en viss grad. Dette kom også fram i 19 av 23 fritekstkommentarene om tilgangen på CranialGame, som illustrert av følgende representative eksempler:

«Det virket komplisert å skulle laste ned spillet på Mac»

«Jeg har ikke fått tilgang via egen pc»

«Har ikke brukt det, da det ikke støttes for iPad OS»

«Hadde vært fint om det ble laget som mobilapp også»

*«Fordi spillet ikke var tilgjengelig rett etter at vi hadde gjennomgangen på lab, begynte jeg heller å bruke Anki til å pugge hjernenervene og deres funksjon. Når spillet ble tilgjengelig en uke etterpå hadde jeg allerede begynt læringsprosessen i Anki, og syntes at det holdt å pugge det på ett sted. Hadde spillet vært tilgjengelig med én gang, hadde jeg nok brukt det isteden for å bruke Anki!»*

I Fig. 1 (høyre) presenterer vi studentenes gjennomsnittskår på de fire konstruktene om velegnethet, opplevd brukervennlighet og opplevd nytte (individuell og i gruppe) av spillbaserte læringsressurser generelt. Til sammen er de fire konstruktene et mål på motivasjon for å ta i bruk spillbaserte læringsressurser. Selv om konstruktene ikke handler om CranialGame spesifikt, antar vi at spillet – som et konkret eksempel på en spillbasert læringsressurs – har farget opplevelsen. Konstruktskårene tilsier at opplevd nytte for individuell bruk av spillbaserte læringsressurser er høyere enn for bruk i gruppe. Den høyeste konstruktskåren er den for velegnethet, som betyr at studentene opplever at spillbasert læring generelt er en god måte å lære på. Skåren for opplevd brukervennlighet er lavest blant de fire konstruktene med en median på 4.0, som tilsvarer «delvis enig» i påstandene som for eksempel «jeg syntes det er enkelt å bruke digitale spillbaserte læringsressurser».

Konstruktskårene om opplevd nytte tilsier at studentene mener spillbaserte læringsressurser kan være effektive og nyttige. Studentene fikk også mulighet til å skrive fritekstkommentarer til bruken av spillbaserte læringsressurser ved medisinstudiet. Alle fem kommentarer er gjengitt her:

*“Veldig bra, men ofte tekniske utfordringer”*

*“En god ressurs. Bruker selv Anki til læring. Anki-kort som kunne blitt lagt ut etter forelesninger hadde f.eks. vært nyttig”*

*“Anki er blitt veldig populært og dekker på mange måter behovet for eksterne spill (avhengig av bruken så klart)”*

*“så lenge det ikke blir for mye av det gode. Spill er gode for repetisjon IMO, men ikke til å formidle ny læring”*

*“Veldig bra. Mange bruker allerede Anki og andre apper (flash cards) med spill-lignende oppsett, og foretrekker dette som læringsverktøy. Ulempen er at det kan bli mye “pugging” av enkeltstående opplysninger, og lite helhetlig forståelse.”*

#### **4 OPPSUMMERING & DISKUSJON**

Innsikt i studentenes motivasjon i møte med nye læringsressurser er viktig for planlegging og utvikling av nye læringsressurser. De fleste studentene rapporterer at de fikk lyst til å bruke CranialGame etter introduksjonen, som delvis kan forstås fra at studentene opplever spillbasert læring som brukervennlig og velegnet for oppgaven, altså læring (Fig. 1, høyre). Selv om de aller fleste studentene fikk lyst til å bruke CranialGame etter introduksjonen, rapporterte bare litt over en tredjedel at de faktisk har brukt læringsressursen. En betydelig gruppe rapporterte å ha brukt CranialGame gjentatte ganger og disse har dermed distribuert sin læring over tid, noe som er en dokumentert effektiv læringsstrategi (Dunlosky et al., 2013). Hvor mange studenter som har fulgt anbefalingen og brukt CranialGame i kombinasjon med læringsstrategien *successive relearning* (Dunlosky & Rawson, 2015) kan våre resultater ikke avdekke siden vi ikke vet akkurat *hvordan* de brukte spillet. Generelt ser det ut som studentene er motivert til å ta i bruk spillbaserte læringsressurser og mener at de er effektive og nyttige for læring, i overenstemmelse med potensialet identifisert i litteraturen (Gentry et al., 2019).

Så hvorfor har ikke flere studenter tatt i bruk CranialGame? Fritekstkommentarene tyder på at en del av forklaringen er at spillets tilgjengelighet ikke var så optimal som en skulle ønske og at flere ga opp etter å ha forsøkt å laste det ned. Dette til tross for flere ulike måter å få tak i spillet (nedlastning, server eller datalab) samt instruksjonsmanual og kontaktinformasjon til utvikleren. Resultatene fra konstruktet «opplevd brukervennlighet» tilsier at spillbasert læring generelt oppleves som ganske lett å bruke. Distribusjon av spillet som en app ville kanskje fått flere til å ta det i bruk. I tillegg var spillet ikke tilgjengelig for studentene med én gang etter introduksjonene, på grunn av tekniske/administrative utfordringer. En annen faktor som kan spille en rolle er at studentene ble bedt om å rapportere om deres bruk kun fire uker etter at spillet ble tilgjengelig, som var flere måneder før eksamen. Det er kjent at mange studenter prioriterer sin læring heller ut fra frister enn ut fra en gjennomtenkt plan (Kornell &

Bjork, 2007). Vi vet ikke hvor mange studenter har tatt i bruk CranialGame mellom spørreundersøkelsen og eksamen. Likevel er én av hensiktene med CranialGame nettopp å motivere til og legge til rette for at studentene kan distribuere sin læring over tid og på den måten lære på en effektiv måte.

Så hvordan kan vi lykkes med å få studenter til å ta i bruk ny teknologi eller nye læringsressurser? Vi diskuterer her gode og mindre gode erfaringer som vi har samlet både med CranialGame og med andre læringsressurser. Det hjelper å bruke teknologi som er kjent for studentene, for eksempel læringsplattformen som studentene uansett er nødt til å bruke. Å ha god oversikt over teknologi som allerede er tilgjengelig og i bruk blant studentene kan hjelpe med planlegging av nye læringsressurser. Ved nye tekniske løsninger hjelper det å bruke samme teknologi i flere sammenhenger. Det er mye mer sannsynlig at studenter tar i bruk en teknologi som brukes i flere (del)emner enn flere ulike løsninger i ulike (del)emner. Har studentene tatt i bruk en ny teknologi eller applikasjon, så er det lett å bygge på dette i senere (del)emner. Nettsider og applikasjoner oppleves som lettere i bruk enn programvare som må lastes ned manuelt. Det hjelper også å introdusere nye læringsressurser i undervisning. Dette gir en anledning til å begrunne *hvorfor* vi anbefaler læringsressursen, med andre ord hvordan ressursen kan hjelpe studentene i sin læring. Diskusjon av effektive læringsstrategier med studentene er særlig viktig i de første studieårene og går lengre enn bare å legge til rette for at studentene bruker disse effektive læringsstrategiene i et spesifikt (del)emne (Beerepoot, 2022). En slik tilnærming er i overensstemmelse med påstanden at studentene trenger kunnskap om læring for å kunne regulere sin egen læring på en effektiv måte (Kornell & Bjork, 2007). Det hjelper også å koble læringsressursene til obligatoriske aktiviteter eller arbeidskrav tidlig i semesteret, slik at studentene er nødt til å bruke dem i en tidlig fase. Et overordnet prinsipp er at studentene ofte trenger litt hjelp til å ta i bruk noe nytt første gang. Deretter kan de ta egne avgjørelser om læringsressursen hjelper dem videre eller ikke – noe de ikke kan gjøre uten å ha prøvd den ut. Til slutt hjelper det å være i kontinuerlig dialog med studentene for å avdekke utfordringer eller holdninger som er begrensende for bruk av en læringsressurs, eller inkludere bruk av læringsressurser i en systematisk årlig studentevaluering.

## REFERANSER

- Beerepoot, M. T. P. (2022). Effektive læringsstrategier – Innsikter, implementering og tverrfaglig erfaringsutveksling. *Læring om læring*, 9(2), 9. <https://www.ntnu.no/ojs/index.php/lol/article/view/5020>
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *Management Information Systems Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14(1), 4–58. <https://doi.org/10.1177%2F1529100612453266>
- 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), 72-78. <http://dx.doi.org/10.1037/stl0000024>
- Gentry, S. V., Gauthier, A., Ehrstrom, B. L. E., Wortley, D., Lilienthal, A., Car, L. T., ... & Car, J. (2019). Serious gaming and gamification education in health professions: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 21(3), e12994. <https://doi.org/10.2196/12994>
- Goodhue, D. L., & Thompson, R. L. (1995). Task-technology fit and individual performance. *Management Information Systems Quarterly*, 19(2), 213-236. <https://doi.org/10.2307/249689>
- Kornell, N., & Bjork, R. A. (2007). The promise and perils of self-regulated study. *Psychonomic bulletin & review*, 14(2), 219–224. <https://doi.org/10.3758/BF03194055>
- Roediger III, H. L., Putnam, A. L., & Smith, M. A. (2011). Ten benefits of testing and their applications to educational practice. *Psychology of learning and motivation*, 55, 1-36. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00001-6>
- Sanchez, E., van Oostendorp, H., Fijnheer, J.D., & Lavoué, E. (2020). Gamification. In: Tatnall, A. (eds) *Encyclopedia of Education and Information Technologies*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-10576-1\\_38](https://doi.org/10.1007/978-3-030-10576-1_38)
- Wu, B., & Chen, X. (2017). Continuance intention to use MOOCs: Integrating the technology acceptance model (TAM) and task technology fit (TTF) model. *Computers in Human Behavior*, 67, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.10.028>

# Bruk av digitale verktøy i kjemiundervisningen

Håkon Sverdvik<sup>1</sup>, Anne Gravdahl<sup>3</sup>, Dorentina Osmani<sup>4</sup>, Marius Samuelsen<sup>1</sup>, Åshild Moi Sørskår<sup>5</sup>,  
Helge Ørjan Stenstrøm<sup>2</sup>, Simen Antonsen<sup>2\*</sup>, Yngve Stenstrøm<sup>2,3\*</sup>

<sup>1</sup> Norge Miljø- og Biovitenskapelige Universitet (NMBU), KBM, Postboks 5003, N 1433 Ås

<sup>2</sup> Fakultet for teknologi, kunst og design, Institutt for maskin, elektronikk og kjemi, OsloMet, Postboks 4, St. Olavs plass, N 0130 Oslo

<sup>3</sup> Norge Miljø- og Biovitenskapelige Universitet (NMBU), Læringscenteret, Postboks 5003, N 1433 Ås

<sup>4</sup> Universitetet i Bergen, Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, Kjemisk institutt, Postboks 7803, N 5020 Bergen

<sup>5</sup> Universitetet i Oslo, Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, Seksjon for farmasøytisk kjemi Postboks 1068 Blindern, 0316 Oslo

**ABSTRACT:** Mange studieretninger har grunnemner innen matematikk, fysikk, kjemi og statistikk som del av studieprogrammet. Erfaringsmessig er det vanskelig å motivere studenter i disse fagene som for mange kun blir støttefag. Disse emnene er allikevel veldig viktig for å utvikle en forståelse for grunnelementene innen et fagfelt. I 2019 fikk vi midler av HK-dir (tidligere DIKU) til å skape et mer motiverende undervisningsopplegg ved hjelp av digitale verktøy som spill, interaktive oppgaver og korte videofilmer. Prosjektet har satt søkelys på kjemifaget, spesifikt innenfor grunnleggende organisk kjemi.

I løpet av prosjektperioden ble følgende innhold utviklet og lagt inn i LMS (Canvas): 1 stk. reaksjonsspill, 50 stk. videofilmer og 600 stk. interaktive oppgaver.

I Kjemispillet kan du teste din kjennskap til molekylstrukturer vi til daglig omgir oss med. Spillet retter seg mot i grunnleggende organisk kjemi og egner seg som et lettbeint repetisjonsverktøy for gjenkjennelse av noen kjente og mindre kjente molekylstrukturer. Store deler av pensum har blitt supplert med temavideoer på 1-10 minutter. Enkelte temavideoer viser øyefallende eksperimenter som skal være selvforklarende etter temaet som behandles. Målet med eksperimentene er primært å skape begeistring som gjør stoffet lettere å huske. For å visualisere dette har vi benyttet data-animasjon og grafikk i kombinasjon med vanlig video. Det er lagt inn ca. 600 interaktive oppgaver innen en rekke kategorier, blant annet klikkpunkt, flervalg, fyll inn de blanke feltene, sant eller usant, match, rangering og kategorisering. Disse er lagt inn etter temaer fra pensum slik at studenten lett kan teste seg innenfor hvor man står i pensum. Oppgavene ligger på forskjellige vanskelighetsgrader for at studentene bedre skal forstå hvordan de ligger an. Flere av oppgavene spiller også på humor, fordi mange av studentene har fordømmen at kjemi er "tørt" og kjedelig.

I denne presentasjonen tar vi for oss erfaringer fra prosjektperioden, produsert resultat og tilbakemeldinger studentene.

## 1. INTRODUKSJON:

Grunnemner i organisk kjemi er emner mange studenter møter tidlig i studieløpet og kan for noen være tonesettende for den videre opplevelsen av undervisning på universitetet. Mange har kurs i organisk kjemi pålagt som del-emne til andre studieprogrammer. De er dermed ofte lite motiverte for disse emnene. For å motivere disse, men også for generelt å gjøre emnet mer spennende, mener vi at digitale metoder kan hjelpe (Stenstrøm et al., 2021). Mange temaer i kurset vil også kunne illustreres på denne måten og dermed bedre forståelsen for faget. Tanken er at dette også skal øke egenmotiveringen til studentene.

De siste tiårene har det vært mye diskusjoner om hva som gir god læring. Mange mener for eksempel at man bør bytte ut forelesningen med nyere metoder for læring, da forelesninger ofte ses på som mindre læringsfremmende (se for eksempel Bligh (1998), Paul & Binker (1990) eller Lauurillard (2002)). Andre har rapportert positive sider ved forelesning som undervisningsform. Fritze og Nordkvelle (2016) har blant annet hevdet at det skjer mye «usynlig» kommunikasjon mellom foreleser og student ved å vise til «*Teacher immediacy*» (Frymier, 1994).



Vår erfaring er at studentene liker ulike undervisningsmetoder, og får motivasjon og utbytte fra ulike undervisningsmetoder (Stenstrøm et al., 2021). Dette er også beskrevet av Sæbø og kolleger (Sæbø et al., 2015; Vinje et al., 2019).

Vår grunnleggende filosofi er at studenter er forskjellige og at det skal foreligge et digitalt tilbud hvor studenten skal benytte seg av det oppsettet (verktøyet) som passer best for den enkelte og at den som best kan avgjøre dette er studenten selv. Dette er dessuten i tråd med ansvar for egen læring.

I vårt prosjekt inngår primært produksjon og utvikling av en digital pakke som skal være supplerende og delvis kunne erstatte tradisjonell undervisning. Den digitale pakken skal også hjelpe studentene med å tette eventuelle kunnskapshull og gjøre det lettere for de som havner «bakpå» å hente seg inn igjen. Dette er dessuten ekstra verdifullt for den studentgruppen som ikke tør å spørre fordi de føler at spørsmålene er “dumme”. Vår erfaring er at dette gjelder en stor del av studentene uansett hvor oppfordrende lærerne er til å oppfordre til aktiv spørsmålsstilling. Hvis læringen dessuten føles gøy så mener vi at det er større sjans for at man husker dette i ettertid og ikke bare for å bestå eksamen.

Vi har på grunn av dette satt som mål å tilby ulike læringstilbud til de ulike studentene, for å treffe så mange som mulig. Da prosjektet startet i 2019 hadde vi ambisjoner om å lage en rekke digitale tillegg. Dette viste seg å være en stor fordel da universitetene over store deler av verden ble stengt ned på grunn av covid-19-pandemien. Det er ikke usannsynlig at vi vil møte på lignende scenarier i fremtiden, og derfor er det enda viktigere at digitale undervisningsformer blir benyttet og at nye former testes ut og evalueres. For vårt prosjekt ga pandemien en mulighet for å teste dette ut på en helt annen måte enn om dette kom som et supplement til tradisjonell undervisning.

I dette prosjektet har vi laget:

- Videoer som beskriver ulike temaer i pensum, samt en rekke videoer som viser kjemiske forsøk.
- 600 interaktive spørsmål gjennom Canvas' quizfunksjonalitet. Disse er inndelt i en rekke ulike temaer, spørsmålskategorier og vanskelighetsgrad.
- Et reaksjonsspill som spiller på humor og kjemi.

## 2. RESULTATER OG DISKUSJON

Et problem med tradisjonell undervisning er at denne lett oppfattes som fragmentert hvis den ikke er gjennomtenkt. Dvs. at det er for lite integrasjon mellom de ulike læringselementene som forelesninger, kollokvier, regneøvelser av typen «orakeltjeneste» og laboratorieundervisning (Ghanat et al., 2018). I tillegg vil elementer som er enkelt for en student kunne være vanskelig for en annen. Ved å utvide det digitale tilbudet kan studenten lettere ta ansvar for egen læring og finne frem til de delene som de synes er vanskelige. På denne måten har det blitt lettere for studenten å innlemme undervisningen selv ved at de selv kan ta styringen over elementene og tilpasse dem til egen læring og det nivået man er på gjennom læringsprosessen. Tanker vår har vært at økt frihet bidrar til økt motivasjon, slik det er beskrevet av Ryan og Deci (2017).

I prosjektet vårt jobbet vi mye med å lage mange korte temavideoer (maks 10 minutter). Innholdsfortegnelse over disse skal gjøre det lett å finne frem til ønsket tema. I kombinasjon med filmede eksperimenter med forklaringer samt større databaser med spørsmål for egentesting gjør både læreprosessen bedre og gjør at studenten kan evaluere sitt eget kunnskapsnivå.

Vi jobbet også med flere typer spillmoduler («Quizspill» og «reaksjonsspill»). Vi var veldig interessert i å få på plass ulike typer spill i undervisningen vår da vi har tro på at dette kan være både morsomt og lærerikt. Studier har tidligere vist at ulike spill kan gi godt læringsutbytte (Aljezawi & Albashtawy, 2015; Jones et al., 2018; Pechenkina et al., 2017; Winter et al., 2016). Vi har i hovedsak benyttet quiz-verktøy som finnes i Canvas siden dette er integrert ved de fleste universiteter og høyskoler i Norge – i tillegg byr det på en rekke ulike typer spørsmålskategorier.

Fordelen med dette er at det da ligger inne i kurssidene som studenten uansett bruker. De er da heller ikke nødvendig med nedlastinger av andre programmer og ingen ekstra kostnader med abonnementsordninger (som noen av de utprøvde programmene krevde). I tillegg har vi selv utviklet et enkelt web-basert reaksjonsspill som alle kan dele og spille gratis. Brukere har også anledning til å legge inn spillet i egne LMS og nettsider.

### Quiz-moduler:

Det er lagt inn ca. 600 spørsmål av forskjellig kategorier som nevnt over. Alle spørsmålene er lagt inn etter temaer som til en viss grad følger pensumboka slik at studenten lett kan teste seg innenfor hvor man står i pensum. Spørsmålene er av ulike typer innen

- Flervalgsspørsmål med 5 svaralternativer og kun ett riktig, rangering av
- Klikkpunkt, der studentene besvarer spørsmål ved å trykke på et bilde. Dette er eksempelvis godt egnet til organisk kjemi da studentene eksempelvis kan trykke på en gitt funksjonell gruppe i et komplisert molekyl.
- Sant/usant. Der studentene må besvare om en påstand er sann eller usann.
- Matching. Studentene bes om å matche begreper som hører sammen.
- Fyll ut manglende ord og begreper i en setning eller et avsnitt.
- Rekkefølge. Studentene bes om å rangere ulike molekyler etter for eksempel syrestyrke, kokepunkt eller andre fysikalske egenskaper.

Oppgavene er laget slik at det er ulik vanskelighetsgrad, slik at studentene får testet seg. I tillegg har det blitt lagt inn flere oppgaver med ulik grad av humor. Testene er laget slik at rekkefølgen på både spørsmålene og svaralternativene rokkeres fritt. Dette kan gjøres slik at studenten selv kan bestemme tid og sted for når de ønsker å ta testen (det må selvsagt begrenses til en kort periode innenfor for eksempel 48 timer, slik at det ikke blir urettferdig for de som venter lengst mulig med å ta testen). Fordelene er også at delprøver kan legges inn etter samme mal slik at studentene blir vant til spørsmålsformen før deleksamener.

Vi tror tilgjengelighet er en veldig viktig faktor for at studentene jevnlig skal benytte quizene for å trene på pensum. Vi kan med valgt plattform legge quizene rett inn i relevante Canvasmoduler som igjen er tilgjengelig på både pc og mobil (Canvas app) uten behov for nedlasting. Quizene er delt inn i ulike vanskelighetsgrader og spørsmål trekkes tilfeldig fra spørsmålsbank. Quizene kan på den måten gi en reell pekepinn på hvordan studenten ligger an i faget. Quizene har også elementer der konkurranseaspektet også kan bidra til motivasjon hos enkelte brukere.

Studentene opplevde dette som veldig motiverende. Vi kunne også se i canvas at disse ble mye brukt av studentene.

### **Reaksjonspill:**

For å få inn humor i læringen, ble et reaksjonspill laget. Spillet går på tid, og studentene får poeng ut hvor raskt de løser «gåtene» de støter på. Intensjonen var at dette skulle ha et visst konkurranseelement samtidig som det skal gi kjemilæring fra en tilnærmet reell hverdag. I spillet vil ulike valg føre til ulike scenarier der hovedpersonen, en ung student, møter ulike utfordringer på vei til universitetet.

Spillet skal ta inn leke-elementer slik kunnskapen kommer som en del av spillinnsatsen hvor enkelte oppgaver må løses underveis. Oppbyggingen av spillet var relativt ressurskrevende, men kan siden lett utvides når basisen er på plass. Spillet er gjort plattformuavhengig og kan spilles både på pc, nettbrett og mobiltelefoner. Ved å benytte dette som et morsomt avbrekk fra andre, mer krevende læringsverktøy, får man en pause uten at man fjerner seg fra kjemilæringen. Det er også muligheter for å egge inn klikk-bokser hvor man kan få utfyllende faktaopplysninger om enkeltmolekyler. Tilbakemeldinger fra studenter har vært svært positive og potensialet er ganske stort.

En egen reportasje med intervju av spillende studenter har også blitt produsert og vil bli lagt ut på internsidene til NMBU. Kommentarer som “veldig moro”, “spillet skulle bare vært lengre” og “morsom avslapping var typiske.

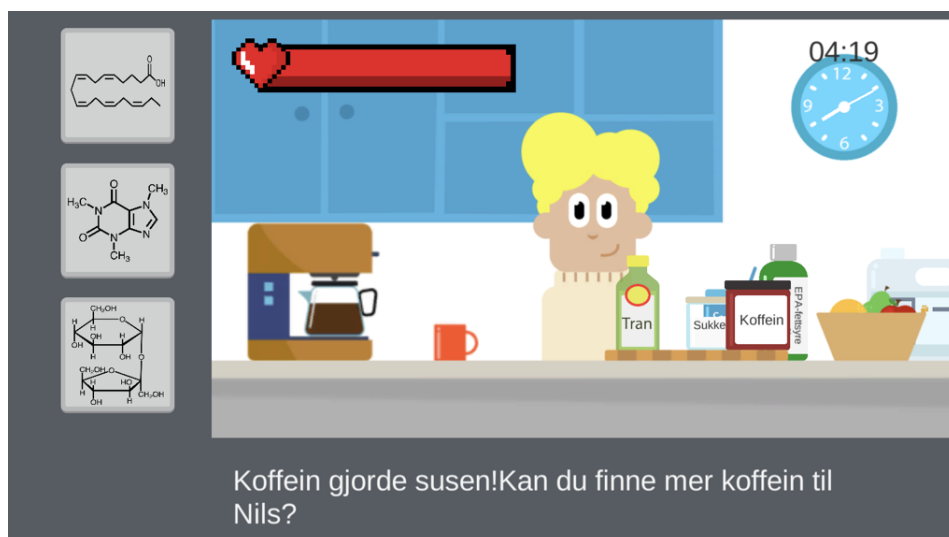


Figure 1. Viser en skjermdump fra reaksjonspillet.

## Video og animasjon

Store deler av pensum er spilt inn som temavideoer på opptil ca. 10 minutter. Enkelte temavideoer viser iøynefallende eksperimenter som skal være selvforklarende etter temaet som behandles. Målet med eksperimentene er primært å skape begeistring som gjør stoffet lettere å huske.

Et av de ledende elementene i den digitale pakken er å tydelig kunne visualisere hva kjemi og molekyler er for noe. Animasjonene spiller en viktig rolle her. God integrasjon mellom animasjon og det mer tradisjonelle innholdet skal hjelpe studentene med å opprettholde visuell tråd gjennom kurset og bidra til at studentene raskere blir fortrolig med symbolbruk og terminologi. Vi har på bakgrunn av dette delt opp og fusjonert planlagte animasjonsfilmer med temavideoene («Green Screen» filmene). I temavideoene benytter vi for eksempel korte animerte sekvenser til «spontan repetisjon» ved at små hjelpeanimasjoner dukker opp i videoen når «vanskelig» terminologi benyttes.

I tillegg er forelesninger tatt opp og lagt ut på kurssidene. I disse er det nå lagt inn overskrifter for hvert delkapittel slik at dette er lett søkbart dersom studenten ønsker å se på delelementer av en forelesning.

De fleste temafilmer er spilt inn med foreleser foran «green screen». Under opptak ser foreleser det digitale innholdet bak seg på en skjerm slik at det er mulig å ha interaksjon med innholdet på «grønnveggen». Under innspilling benyttes primært statiske illustrasjoner og punkttekst. Animasjoner ble lagt inn under klippeprosess som supplement eller fullstendig erstatning til illustrasjoner og tekst. Animasjonenes kompleksitet varierer fra bevegelige 3D-figurer til enkel fargemarkering. Et eksempel fra en av videoene:

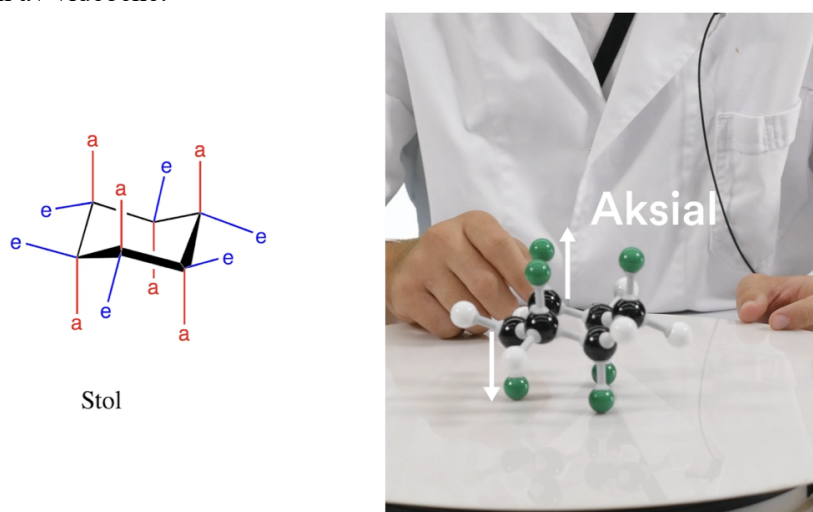


Figure 2. Skjermdump fra en av videoene.

Studentene meldte at de var positive til disse videosnittene.

### 3. KONKLUSJON

Kombinasjonen av ulike digitale læringsmidler har vist seg å være populært blant studentene. Selv om dette først og fremst var ment for de umotiverte, så har tilbakemeldinger fra både disse studentene og de som er motiverte gitt uttrykk for at de har satt pris på tilgangen til disse alternative læringsverktøyene. På Canvas kan man gå inn og se på den aktive bruken av de forskjellige modulene, og det er stor aktivitet på alle de nye innslagene. Vi har også sett noe forbedring av karakterene, men dette er kun en foreløpig observasjon. For å komme med sikrere konklusjoner, må man se på resultater over flere år. Studentene opplevde dette som veldig positivt, og mange opplevde de beskrevne verktøyene som motiverende. Ikke alle studentene brukte alt, men vi så stor aktivitet på alt vi publiserte.

### 4. ANERKJENNELSE OG TAKK:

Takk til DIKU for finansiering gjennom prosjekt DIG-prosjekt P19/2019 Aktiv bruk av digitale metoder i kjemiundervisningen.

### REFERENCES

- Aljezawi, M. e., & Albashtawy, M. (2015). Quiz game teaching format versus didactic lectures. *British Journal of Nursing*, 24(2), 86-92.
- Bligh, D. A. (1998). *What's the Use of Lectures?* Intellect books.
- Fritze, Y., & Nordkvelle, Y. T. (2016). Det fleksible engasjement. *Uniped*, 39(2), 158-170.
- Frymier, A. B. (1994). A model of immediacy in the classroom. *Communication Quarterly*, 42(2), 133-144.
- Ghanat, S. T., Grayson, M., Bubacz, M., & Skenes, K. (2018). Lecture/Laboratory Instructor Pairings—Does it Make a Difference?
- Jones, O. A., Spichkova, M., & Spencer, M. J. (2018). Chirality-2: Development of a multilevel mobile gaming app to support the teaching of introductory undergraduate-level organic chemistry. In: ACS Publications.
- Laurillard, D. (2002). *Rethinking university teaching: A conversational framework for the effective use of learning technologies*. Routledge.
- Paul, R. W., & Binker, A. (1990). *Critical thinking: What every person needs to survive in a rapidly changing world*. ERIC.
- Pechenkina, E., Laurence, D., Oates, G., Eldridge, D., & Hunter, D. (2017). Using a gamified mobile app to increase student engagement, retention and academic achievement. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 1-12.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). *Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. Guilford Publications.
- Stenstrøm, Y., Antonsen, S., Osmani, D., Gravdahl, A., Stenstrøm, H. Ø., & Samuelsen, M. (2021). Hvordan kan man best nå ut til både motiverte og umotiverte studenter på grunnkurs i kjemi? *Nordic Journal of STEM Education*, 5(1).
- Sæbø, S., Almøy, T., & Brovold, H. (2015). Does academia disfavor contextual and extraverted students? *Uniped*, 38(4), 274-283.
- Vinje, H., Almøy, T., Brovold, H., & Sæbø, S. (2019). Adaptive statistical education to motivate and enable a growing and increasingly diverse student population. Proceedings of the Satellite conference of the International Association for Statistical Education (IASE).
- Winter, J., Wentzel, M., & Ahluwalia, S. (2016). Chairs!: A mobile game for organic chemistry students to learn the ring flip of cyclohexane. In: ACS Publications.

## Digital samhandling og vurdering mellom studenter stimulerer til økt selvrefleksjon og kritisk tenking i praksisperioden.

K.H. Langfoss\*, L. Mehli og A.N. Jakobsen\*

Institutt for bioteknologi og matvitenskap, NTNU – Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, \*Presenterende forfattere

### ABSTRACT

Praksis som læringsform i høyere utdanning er økende blant utdanninger som tradisjonelt ikke har tilbudt praksis tidligere. Bachelorstudiet i matvitenskap, teknologi og bærekraft ved NTNU har derimot lang erfaring med obligatorisk praksis. Studentene er her utplassert i fem måneder i en forskningsinstitusjon, i offentlig sektor eller i en industribedrift. Årlig evaluering de siste ti årene viser at studentene rapporterer høyt læringsutbytte i praksis.

I studien har vi undersøkt om digital samhandling mellom studenter i praksis kan stimulere til økt refleksjon og kritisk tenking gjennom gruppevis diskusjoner, medstudentvurdering og selvrefleksjon. Digital samhandling inkluderer at studentene lager en presentasjon av en selvvalgt problemstilling fra praksis. I et digitalt møte presenterer studentene problemstillingene for hverandre og diskuterer dem med medstudenter og veiledere. I etterkant av møtet evaluerer studentene hverandre gjennom medstudentvurdering samt at de reflekterer over egen deltakelse og læring.

Spørreundersøkelser, medstudentvurdering og studentenes selvrefleksjon var grunnlaget for evaluering av digital samhandling i praksis.

Studentene likte den kreative utfordringen i forbindelse med den digitale samhandlingen, og omtalte det digitale møtet som annerledes, interessant og engasjerende, men også frustrerende og tidkrevende. I beskrivelsen av å være ekspert på eget fagområdet dominerte ord som mestringsfølelse, lærerikt og gøy. Medstudentvurderingen viste at studentene trenger mer trening i å kritisk vurdere sine medstudenter.

*Nøkkelord:* Praksis, Arbeidslivsrelevans, Studentaktiv læring, Faglig refleksjon, Medstudentvurdering.

### INNLEDNING

#### *Medstudentvurdering og selvrefleksjon*

Til tross for klare signaler i Kvalitetsreformen (St.meld.nr. 27, 2000-2001) om økt bruk av formative evalueringsmetoder, domineres MNT-fagene fortsatt av skriftlige avsluttende skoleeksamener (Raaheim et al., 2018). Systematiske, raske og gode tilbakemelding er viktig for læring og for at studentene skal opprettholde motivasjon, fremdrift og forbedring i sitt arbeid (Cazan, 2013; Hattie & Timperley, 2007). Størst læringseffekt oppnås dersom studentene må anvende tilbakemeldingene for å forbedre sine arbeider (Topping, 2003). Forskning er relativt entydig på at medstudentvurdering har en god læringseffekt – noen ganger høyere enn lærervurdering spesielt når det gjelder skriftlig medstudentvurdering (Burner et al., 2011; Segers et al., 2003). Li et al. (2010) fant at studenter som ga tilbakemeldinger av høy kvalitet til medstudenter hadde nytte av prosessen selv om de ikke selv fikk medstudentevalueringer av høy kvalitet (Li et al., 2010). Tilbakemelding fra medstudenter vil i denne sammenhengen tjene som et læringsfremmende virkemiddel (Haugan & Lysebo, 2015).

Medstudentvurdering ser ut til å gi fordeler for studentene utover faglig kvalitet på en bestemt oppgave. Medstudentvurdering åpner for refleksiv og kritisk tenking (Mansouri & Piki, 2016; Williams & Jacobs, 2004; Yang, 2009), og gir større eierskap til egne læringsprosesser (Kvåle

& Rambø, 2015; Luehmann & Tinelli, 2008). Medstudentvurderinger kan bidra til metakognitive læringsstrategier; læring om hvordan man lærer, og som bidrar videre til forståelsen av livslang læring (Boud & Falchikov, 2007).

### *Praksis i høyere utdanning*

Praksis i høyere utdanning fremmer utvikling av profesjonell identitet og er en nøkkelfaktor for suksessfull overgang til arbeidslivet for kandidatene (Gertsog, 2017; Staberg et al., 2022). Praksis gir studenter mulighet til å anvende sine teoretiske kunnskaper samtidig som de erverver praktiske ferdigheter som etterspørres av arbeidslivet. Praksis fremheves av utdanningsinstitusjoner, arbeidsgivere og studenter som en viktig læringsform for å sikre arbeidslivsrelevans (Bråten & Kantardjiev, 2019; Helseth et al., 2019; Kunnskapsdepartementet, 2017; Thon & Berg, 2021).

Bachelorstudiet i matvitenskap, teknologi og bærekraft ved NTNU har hatt obligatorisk ekstern praksis (30 sp) siden 1994, noe som har bidratt til at studieprogrammet har tett kontakt med arbeidslivet (Jakobsen et al., 2020; Jakobsen & Waldenstrøm, 2017; Karlsen et al., 2015). Årlig evaluering av praksisstudier gjennom de siste ti årene viser at 87% av studentene er fornøyd eller veldig fornøyd med læringsutbyttet av praksisperioden (Langfoss et al, 2023, innsendt artikkel til Uniped). Praksisstudier blir dokumentert gjennom fem arbeidskrav hvor studenten skal samle, systematisere og reflektere over informasjon og inntrykk fra praksisperioden. Gjennom prosjektet DigiMat, (DigiMat, lastet ned 16.1.23), ble arbeidskravene videreutviklet ved å innføre digital samhandling mellom studenter i praksis i 2019 (Langfoss et al, 2023, innsendt artikkel til Uniped) med målsetting om å øke studentenes læringsutbytte. Digital samhandling inkluderte at studenten laget presentasjon av en selvvalgt problemstilling fra praksis som skulle presenteres og diskuteres med medstudenter og veiledere gjennom et digitalt møte underveis i praksisperioden. For å ytterligere styrke studentenes evne til refleksjon, kritisk tenking og selvrefleksjon har vi i dette studiet videreutviklet læringsdesignet til å inkludere medstudentvurdering og selvrefleksjon rundt egen læring og deltagelse i det digitale møtet. Innføring av revidert læringsdesign ble gjennomført fra 2020 og data brukt i denne studien er fra praksisstudier våren 2022.

## **METODE**

For evaluering av endret arbeidskrav i 2019 ble det utarbeidet et digitalt spørreskjema som blant annet inneholdt et spørsmål om holdninger til det digitale møtet med en CATA (Check-all-that-apply) -test. Samtykke ble innhentet ved et skriftlig samtykkeskjema for alle studenter (38) i fullskala. I CATA-testen skulle studentene velge 5 av 21 alternativer som best beskrev deres tanker og følelser rundt det digitale møtet. Alternativene de kunne velge mellom var usikkerhet, gøy, frustrerende, vanskelig, spennende, interessant, nervøs, annerledes, frihet, ubehag, motiverende, engasjerende, kjedelig, tidkrevende, lærerikt, angst, sosialt, positiv, negativ, krevende og nytt.

Studentene som gjennomførte praksisstudier våren 2022 (28) ble bedt om å fylle inn skjema for medstudentvurdering og selvrefleksjon i etterkant av det digitale møtet. Studentene var organisert i grupper på 5 eller 6 studenter, dvs. den enkelte student hadde 4 eller 5 medstudenter. Samtykke ble innhentet ved et skriftlig samtykkeskjema for alle studenter som gjennomførte praksisstudier våren 2022.

Skjema for selvrefleksjon ble gjort tilgjengelig for studentene digitalt og ett av spørsmålene som skulle besvares var; *Hvordan var opplevelsen av å kunne snakke fag i et organisert digitalt møte hvor du var ekspert på ditt område?* Her er beskrivende ord som god følelse, spennende, interessant, uvant, rart, gøy registrert og en ordsky (figur 1b) er laget for å

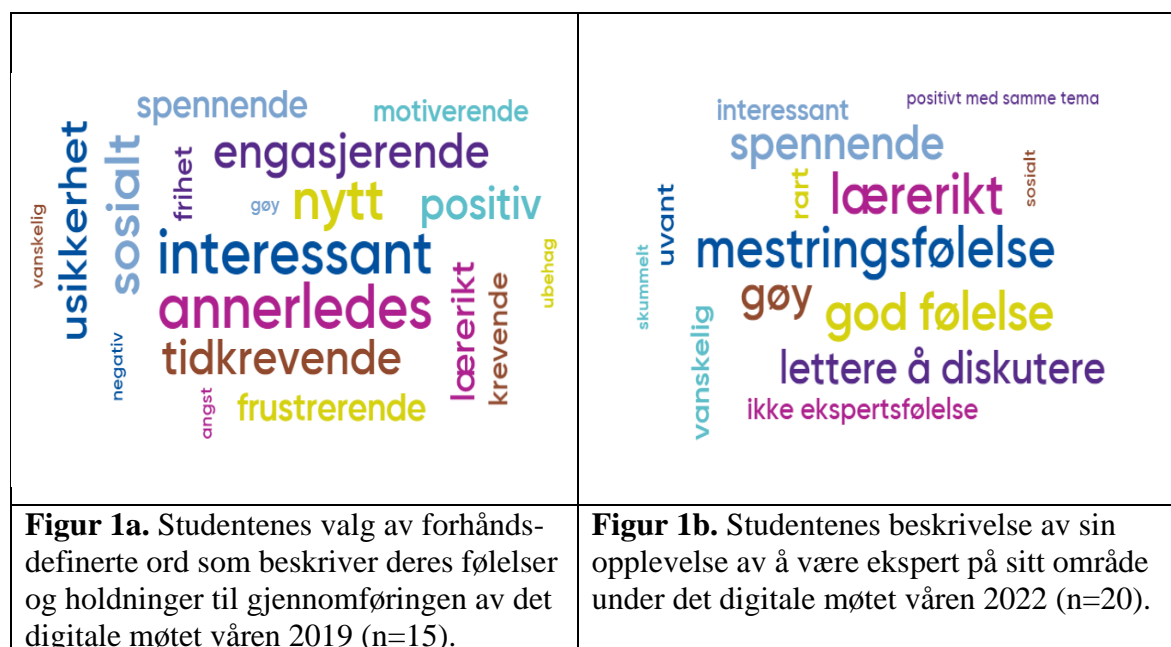
synliggjøre frekvensen (Cooshna-Naik, 2022). De registrerte ordene ble gruppert sammen med ord av samme betydning.

Skjema for medstudentvurdering ble gjort tilgjengelig for studentene digitalt hvor hver enkelt student skulle vurdere gruppemedlemmenes problemstilling og presentasjon på en skala fra 1 (mindre bra) til 3 (veldig bra). To av spørsmålene som skulle besvares og gis en score, var (1) klar og tydelig presentasjon av den digitale problemstillingen og (2) problemstillingen egner seg godt til diskusjon og kritisk refleksjon.

## RESULTAT OG DISKUSJON

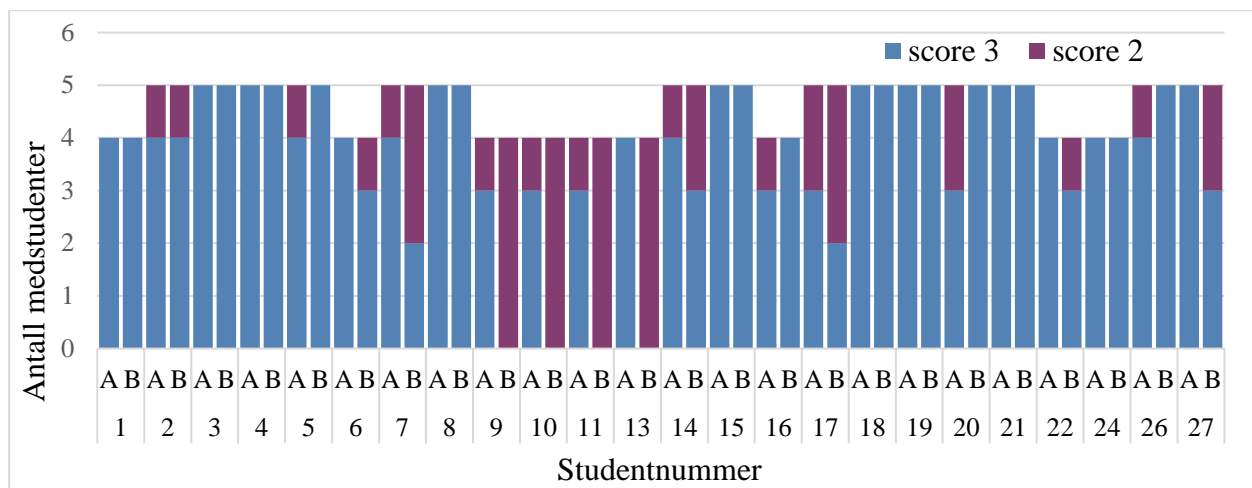
Figur 1a viser at studentenes holdninger til det digitale møtet i 2019 blir dominert av ord som annerledes, interessant, nytt, engasjerende, sosialt og tidkrevende. Fra ordskyen kan en også trekke ut noen negativt ladede ord som frustrerende, ubehag, negativ, men disse har ikke blitt valgt av så mange studenter.

Skjema for selvrefleksjon i etterkant av det digitale møtet I 2022 ble besvart av 71% av studentene. Figur 1b viser at studentene har også brukt positive. Også her kan vi se at studentene bruker mest positivt ladede ord og at opplevelsen av å være ekspert i sitt område oppleves av studentene som lærerikt, gøy, gav en god følelse og mestringsfølelse. Noen har nevnt at det var skummelt og at de ikke følte seg som eksperter. Student 2022-20 svarer følgende på spørsmålet «Hvordan var opplevelsen av å kunne snakke fag i et organisert digitalt møte hvor du var ekspert på ditt område?»: *Det var fint å kunne møtes digitalt. Gøy å føle at man hadde kontroll på temaet og det som ble snakket om. Spennende å høre om hva de andre har drevet med frem til nå og hvor mye de har lært innenfor ulike fagområder (Student 2022-20).*



Medstudentvurderingen i 2022 ble besvart av 86% (24 av 28) av studentene. Figur 2 viser hvor mange av studentene som gav sine medstudenter høyeste score (3) og hvor mange som gav score 2 til sine medstudenter. Ingen studenter ga sine medstudenter score 1. På spørsmål om medstudentene hadde gitt en klar og tydelig presentasjon av den digitale problemstillingen (Sp. A), ga 13 av 24 studenter max score (3) til sine medstudenter mens 11 studenter fordelte medstudentenes presentasjoner på score 3 og score 2.





**Figur 2** Vurdering av medstudenter på spørsmål om en *klar og tydelig presentasjon av den digitale problemstillingen* (A) eller om medstudentenes *problemstillinger egner seg godt til diskusjon og kritisk refleksjon* (B). Studentene ble vurdert med score 1 (mindre bra) til 3 (veldig bra). De enkelte studenter (24) ble anonymisert med nummer (2022-1 til 2022-28).

På spørsmål om medstudentenes problemstillinger egner seg godt til diskusjon og kritisk refleksjon (Sp. B), ga 13 studenter sine medstudenter max score (3), mens 7 studenter fordelte medstudentenes presentasjoner på score 3 og score 2 og 4 studenter ga alle sine medstudenter score 2. Ni studenter vurderte sine medstudenter til max score på begge spørsmål, noe som signaliserer at studentene har lite trening på å vurdere hverandre kritisk eller at vi har for lite differensiert skala. I tillegg til 1 til 3-skala, gav også studentene hverandre formative tilbakemeldinger. Trolig vil disse tilbakemeldingene samt den muntlige diskusjonen i det digitale møtet i større grad bidra til å forbedre den enkelte students arbeidskrav.

## KONKLUSJON

Studentene opplevde det digitale møtet veldig positivt og følelsen av å være ekspert på sitt område ble beskrevet av studentene som god, gøy, lærerik og at det å kunne svare på spørsmålene gav følelsen av kontroll og mestring. Studentene gav hverandre gode tilbakemeldinger etter det digitale møte, men det kan tyde på at det trengs mere trening i det å være mere kritisk da studentene gav alle gruppe medlemmene høyest score.

## LITTERATUR

- Boud, D., & Falchikov, N. (2007). Rethinking assessment in higher education; learning for the longer term. *Reference and Research Book News*, 22(4).
- Bråten, H., & Kantardjiev, K. (2019). *Praksis i fremragende miljøer. Innblikk i arbeidet med praksis i tre Sentre for fremragende utdanning*. (Rapportnummer: 14-2019 ISSN-nr 1892-1604).
- Burner, T., Baraas, R. C., & Falkenberg, H. K. (2011). Studentaktive vurderingsformer i norsk lærer- og optometriutdanning. *Uniped*(01), 44-57.
- Cazan, A.-M. (2013). Teaching Self Regulated Learning Strategies for Psychology Students. *Procedia, social and behavioral sciences*, 78, 743-747. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.04.387>
- Cooshna-Naik, D. (2022). Exploring the Use of Tweets and Word Clouds as Strategies in Educational Research. *Journal of learning for development*, 9(1).
- DigiMat. (lastet ned 16.1.23). *DigiMat- Digitale verktøy for økt arbeidslivsrelevans i matteknologisk utdanning*. <https://www.ntnu.no/nv/undervisning/digimat>



- Gertsog, G. (2017). Professional identity for successful adaptation of students - A participative approach. *Rupkatha Journal on Interdisciplinary Studies in Humanities*, 9. <https://doi.org/10.21659/rupkatha.v9n1.30>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <http://www.jstor.org/stable/4624888>
- Haugan, J., & Lysebo, M. (2015). Medstudentvurdering i matematikk og fysikk. *Uniped*(04), 327-335.
- Helseth, I. A., Fetscher, E., & Wiggen, K. S. (2019). *Praksis i høyere utdanning - gode eksempler*. (10-2019). 5. juni: NOKUT Retrieved from [https://www.nokut.no/globalassets/nokut/rapporter/ua/2019/helseth\\_fetscher\\_wiggen\\_praksis-i-hoyere-utdanning-gode-eksempler\\_10-2019.pdf](https://www.nokut.no/globalassets/nokut/rapporter/ua/2019/helseth_fetscher_wiggen_praksis-i-hoyere-utdanning-gode-eksempler_10-2019.pdf)
- Jakobsen, A. N., Mehli, L., & Hoel, S. (2020). Arbeidslivets perspektiv inn i klasserommet via filmatiserte case. *Uniped (Lillehammer)*, 43, 1-1. <https://doi.org/10.18261/issn.1893-8981-2020-04-04>
- Jakobsen, A. N., & Waldenstrøm, L. (2017). Fra lærerstyrt undervisning til varierte læringsformer. <https://doi.org/https://doi.org/10.5324/njsteme.v1i1.2330>
- Karlsen, H., Mehli, L., Wahl, E., & Staberg, R. L. (2015). Teaching outbreak investigation to undergraduate food technologists. *British food journal (1966)*, 117(2), 766-778. <https://doi.org/10.1108/BFJ-02-2014-0062>
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Kultur for kvalitet i høyere utdanning*. <https://www.regjeringen.no/contentassets/ae30e4b7d3241d5bd89db69fe38f7ba/no/pdfs/stm201620170016000dddpdfs.pdf>: Kunnskapsdepartementet
- Kvåle, G., & Rambø, G.-R. (2015). Expressing Professional Identity through Blogging - A Case Study of Blogging in the Study of the Subject of Norwegian in Pre-School Teacher Education. *Nordic journal of digital literacy*, 10(1), 8-28. <https://doi.org/10.18261/ISSN1891-943X-2015-01-02>
- Li, L., Liu, X., & Steckelberg, A. L. (2010). Assessor or assessee: How student learning improves by giving and receiving peer feedback. *British journal of educational technology*, 41(3), 525-536. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.00968.x>
- Luehmann, A. L., & Tinelli, L. (2008). Teacher professional identity development with social networking technologies: learning reform through blogging. *Educational media international*, 45(4), 323-333. <https://doi.org/10.1080/09523980802573263>
- Mansouri, S. A., & Piki, A. (2016). An exploration into the impact of blogs on students' learning: case studies in postgraduate business education. *Innovations in Education and Teaching International*, 53(3), 260-273. <https://doi.org/10.1080/14703297.2014.997777>
- Raaheim, A., Mathiassen, K., Moen, V., Lona, I., Gynnild, V., Bunæs, B. R., & Hasle, E. T. (2018). Digital assessment – how does it challenge local practices and national law? A Norwegian case study. *European Journal of Higher Education*. <https://doi.org/10.1080/21568235.2018.1541420>
- Segers, M., Dochy, F., & Cascallar, E. (2003). *Optimising New Modes of Assessment: In Search of Qualities and Standards* (1st ed. 2003. ed., Vol. 1). Springer Netherlands : Imprint: Springer.
- Staberg, R. L., Jakobsen, A. N., Persson, R. J., & Mehli, L. (2022). Interest, identity and perceptions. What makes a food technologist? *British Food Journal*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/BFJ-02-2022-0146>
- Thon, A., & Berg, T. R. (2021). Læring gjennom praksis i teoretisk utdanning. (Vol. 4 No. 1 (2020): Proceedings fra Læringsfestivalen 2020).
- Topping, K. (2003). Self and Peer Assessment in School and University: Reliability, Validity and Utility. In (pp. 55-87). Dordrecht: Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/0-306-48125-1\\_4](https://doi.org/10.1007/0-306-48125-1_4)
- Williams, J. B., & Jacobs, J. (2004). Exploring the use of blogs as learning spaces in the higher education sector. *Australasian Journal of Educational Technology*, 20(2), 232-247. <https://doi.org/10.14742/ajet.1361>
- Yang, S.-H. (2009). Using Blogs to Enhance Critical Reflection and Community of Practice. *Educational technology & society*, 12(2), 11-21.

# Peer-review of oral presentations using Feedback Fruits

Lobert VH, *Department of Chemical, Electronic and Chemical Engineering, Oslo Metropolitan University* [viola.lobert@oslomet.no](mailto:viola.lobert@oslomet.no)

Key words: Peer-review, Active Learning, Feedback Fruits

**ABSTRACT:** While the value of peer-feedback in enhancing students' understanding of a topic has been well-documented, little focus has been placed on receiving feedback. This was directly tested in the molecular biology course KJM3500, which is a 3<sup>rd</sup> year subject in the Bachelor programme Biotechnology and Applied Chemical Engineering at Oslo Metropolitan University, Oslo, Norway. Our programme prepares students for different roles in the fields of biotechnology, biomedicine and chemical analysis. Many of our students choose to pursue a career in research, so we also prepare them to read original research articles and understand them. To test their understanding, students presented an original research article in the form of an oral presentation to their fellow students. 48 students were divided in groups of two and set up as presenters and observers in a timetable. The task included choosing an article, presenting it within 20 minutes to the lecturer and observer group, and giving peer-feedback to a presenter group. Students gave feedback according to criteria set by the lecturer. Criteria were graded either as rubric or scale rating and constructive comments were also required. Peer-feedback was given directly in Canvas using the integrated tool Feedback Fruits. Additionally, the teacher gave feedback orally based on a different set of criteria. Feedback Fruits gives insight into how much time students spent on the review process, and who read the feedback. Surprisingly, only 40% of the students read the feedback given by peers. This suggests that students do not understand the value of peer-feedback, and that changes should be implemented in the design of the exercise. In the second iteration of this course (which has started up this semester), changes in the design of the assignment were made. Information about why peer-feedback was chosen as an activity within the course was explained to the students. Reading the feedback was made compulsory, and a reflection report also needed to be handed in. The reflection report included aspects of both giving and receiving peer-feedback. Results of how these changes will affect the assignment have not been collected yet.

## 1 INTRODUCTION

One of the essential skills that students should develop throughout their education is critical thinking. This is valued by employers independent of the field of work and position that graduate students end up working in. Critical thinking belongs to the list of twenty-first century skills defined by various educational initiatives across several countries [1].

Peer-feedback is an example of active learning that has been shown to contribute to the development of critical thinking [2]. Peer-feedback consists of students formulating feedback to improve the performance of other students. By giving feedback, the students evaluate a performance/assignment in relation to a standard and give feedback to attain this standard. For a variety of reasons, students are reluctant to give feedback. Learning how to give feedback is therefore a crucial aspect in developing this skill.

In addition to receiving feedback from peers on their own performance/assignment, peer-feedback helps the students become aware of how assignments can be approached differently. This results in students becoming more critical towards their own work, contributing to better performance in formative assessment in future assignments [3]. By taking on active roles as assessors, students become more aware of the assessment criteria.

Interestingly, the positive documented effect of peer-feedback involves mostly that of giving feedback. Receiving feedback, on the other hand, has been much less studied, and is largely reported as a part of peer-feedback that offers no improved learning [4, 5].

### **Current study**

Molecular Biology is a third-year subject for Biotechnology and Applied Chemistry Engineering bachelor students at Oslo Metropolitan University, Norway. This subject is currently being taught in the students' last semester before graduation. 48 students were enrolled in this subject in spring 2022. Although peer-feedback is a documented method that improves learning, this has not been introduced in the Biotechnology and Applied Chemistry Engineering programme until now. In this study we examined whether peer-feedback was read by the assessed students, and how changes in the design of the assignment could be made to improve the learning outcomes of receiving feedback.

## **2 METHODS**

### **Original assessment task**

The rationale behind the choice of the exercise was to prepare the students to present research, something that they need to do later in the semester when presenting their bachelor project. The students would therefore be able to take the feedback obtained from this exercise and transfer it to further assessment tasks. Further, being able to successfully present orally is often regarded as one of the core competencies on the work market, contributing to success in different fields of work [6].

The original assessment task required students to prepare an oral presentation of a scientific article. Students chose an article in groups from published journals based on criteria set by the lecturer (range of date of publication, original article containing molecular biology methods). The lecturer assisted this assignment by giving a lecture on the structure and content of a scientific article presentation, as well as allocating time to make sure all groups had chosen an article that was in concordance with the criteria. Additionally, a research article was analysed and shared with the students as an example as to how to extract relevant information for presentation purposes. Students were divided into observer and presenter groups (groups of 2). Each group acted as observers and presenters and received feedback from one other group. Feedback was entered directly into Canvas using the integrated tool Feedback Fruits<sup>1</sup> and shared with presenters according to criteria set by the lecturer as one group (not individual). Criteria were graded either as rubric or scale rating and a minimum of 3 constructive comments were required. Presenter students had one week to read the feedback from the observer group. Students were required to present and observe as well as submit the feedback in order to get the assignment approved.

Unfortunately, the design of this assignment presented some flaws which will be addressed in spring 2023. The fact that feedback did not need to be read or acted upon resulted in less than half the students reading the feedback. Another drawback was the fact that students had not been introduced to the value of peer-feedback.

Additionally, the teacher gave feedback orally based on a different set of criteria.

Feedback Fruits gives insight into how much time students spent on the review process, and who read the feedback.

### **New assessment task**

A set of changes was implemented in the spring semester 2023 to try and improve the learning outcome of the peer-feedback activity.

1. To inform students about the value of peer-feedback, online resources were created and made available to students through Canvas. In particular, the fact that peer-feedback prepares students

---

<sup>1</sup>Feedback Fruits is a company that develops educational tools to support active learning. One of these tools supports specifically peer-feedback, called Feedback Fruits Peer Review.

for opportunities post-graduation was highlighted. Additionally, an example presentation with slides and video were made.

2. Reading of the feedback became a compulsory part of the assignment.
3. Observers were made anonymous to facilitate candid feedback.
4. A reflection report needed to be handed in that included answers to:

- how the students would use the feedback to improve the performance

- what did the students learn by giving feedback to another group.

6. Finally, the lecturer gave feedback to the assessors to complement the feedback, but also so that the quality peer-feedback could improve.

### **3 RESULTS**

All student groups submitted feedback to their allocated presenter group. Feedback was given as a group. This encouraged discussions within the group, and the need to justify one's impression/feedback.

Taking on the role of the assessor resulted in an active role for the students, making them focused and engaged as listeners since they needed to assess a set of criteria. This was a positive outcome of the exercise and resulted in questions from the audience after presentations were over.

Students carefully formulated constructive feedback to their peers. 5.8 comments were given on average per group, while the minimum of comments required was 3.

Surprisingly, only 40% of students read this feedback. This suggests that the assignment needs to be designed differently.

There was no correlation between good presentations and reading the feedback.

### **4 DISCUSSION**

Our study shows that students do not value peer-feedback, something that has also been observed by others. There can be a variety of reasons for this, one of these being how peer-feedback is introduced to the students [7].

For Biotechnology and Applied Chemistry students at OsloMet, this was the first time they were introduced to peer-feedback. We therefore suggest some changes in the design of the assignment so that students know why this activity has been chosen, that reading the feedback becomes a compulsory part of the assignment and that the assignment includes integration of the feedback received, to contribute to a better performance in future assignments.

One aspect of peer-feedback that was observed was that most of the feedback was very positive. Students suggested themselves in 2022 that giving observers/assessors anonymity would improve candid feedback. This was therefore implemented in the design of the new assignment.

Improved performance in response to feedback suggests that learning has occurred [8]. However, our original assignment did not include any integration of peer-feedback. Our new assignment now includes a reflection report where students have the opportunity to comment on how they would change their oral presentation based on the feedback obtained. Students are also asked to reflect on what they learned by assessing the work of others.

One of the reasons receiving feedback gives varied responses in students' learning is because of the inconsistent quality of peer-feedback [9]. Since giving feedback is a skill to be learned, the new assignment includes lecturer feedback on the feedback given to peers.

### **5 CONCLUSION**

Peer-feedback is an active student methodology that contributes to the development of critical thinking skills. Changing student mindset on peer-feedback seems critical to ensure formative learning. Designing activities that ensure participation and reflection on feedback received as well as ensuring the quality of peer-feedback seem required to develop critical thinking skills.

## REFERENCES

1. Binkley, M., et al., *Defining twenty-first century skills*. 2012, Dordrecht: Springer Netherlands: Dordrecht. p. 17-66.
2. Dowse, R., J. Melvold, and K. McGrath, *Students guiding students : Integrating student peer review into a large first year science subject : a practice report*. Student Success, 2018. **9**(3): p. 79-86.
3. Yalch, M.M., E.M. Vitale, and J. Kevin Ford, *Benefits of Peer Review on Students' Writing*. Psychology learning and teaching, 2019. **18**(3): p. 317-325.
4. Cho, K. and C. Macarthur, *Learning by Reviewing*. Journal of educational psychology, 2011. **103**(1): p. 73-84.
5. Li, L., X. Liu, and A.L. Steckelberg, *Assessor or assessee: How student learning improves by giving and receiving peer feedback*. British journal of educational technology, 2010. **41**(3): p. 525-536.
6. Smith, C.D. and P.E. King, *Student feedback sensitivity and the efficacy of feedback interventions in public speaking performance improvement*. Communication education, 2004. **53**(3): p. 203-216.
7. Baker, K.M., *Peer review as a strategy for improving students' writing process*. Active learning in higher education, 2016. **17**(3): p. 179-192.
8. Moore, C. and S. Teather, *Engaging students in peer review : feedback as learning*. Issues in Educational Research, 2013. **23**(2): p. 196-211.
9. Cheng, W. and M. Warren, *Peer and Teacher Assessment of the Oral and Written Tasks of a Group Project*. Assessment and evaluation in higher education, 1999. **24**(3): p. 301-314.

## Arbeidslivsrelevans og tverrfaglighet inn i studieprogram- og emneutvikling.

Anna Olsen<sup>1\*</sup> ([anna.olsen@ntnu.no](mailto:anna.olsen@ntnu.no)), Eirin Marie Skjøndal Bar<sup>2</sup> ([eirin.bar@ntnu.no](mailto:eirin.bar@ntnu.no)), Eva Falch<sup>2</sup> ([eva.falch@ntnu.no](mailto:eva.falch@ntnu.no)) og Ida-Johanne Jensen<sup>2</sup> ([idaj.jensen@ntnu.no](mailto:idaj.jensen@ntnu.no)),

<sup>1</sup>Institutt for Maskinteknikk og Produksjon, NTNU, 7491 Trondheim, <sup>2</sup>Institutt for Bioteknologi og Matvitenskap, NTNU, 7491 Trondheim

**ABSTRACT:** Norges teknisk-naturvitenskapelig universitet NTNU har gått gjennom flere store endringer i utdanningsledelse de siste 10 årene. Etter sammenslåingen av NTNU og høyskolene i Gjøvik, Ålesund og Trondheim i 2016, oppsto behovet for å samordne og revidere studieporteføljen. I tillegg ønsket videreutvikling i regi av Fremtidens teknologistudier, et arbeid som startet i 2019 og som skal legge til rette for at NTNUs studieprogram i teknologi er samstemte med teknologiutviklingen, samfunnsutfordringene og nærings- og arbeidslivets behov.

I 2016 etablerte NTNU et nytt studieprogram; Master i matvitenskap, teknologi og bærekraft, for å dekke arbeidslivets behov innenfor matsektoren. I ett av emnene i studieprogrammet, TMMT5002 Produksjonseffektivitet, innovasjon og produktutvikling, er CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate)-prinsippene implementert, gjennom vekslning mellom undervisning og arbeid med reelle problemstillinger i en næringsmiddelbedrift. For å få til et tverrfaglig læringsmiljø har dette emnet også vært tilbudt som valgemne for 3.års studenter ved studieprogram bachelor i ingeniørfag maskin siden 2021.

En av grunntankene bak etableringen av dette emnet er at studenter som profesjonelle yrkesutøvere i matsektoren inngår i tverrfaglige team og må kunne delta med sin kompetanse innenfor felt de selv ikke har som ekspertområder. Norske bedrifter består i hovedsak av små- og mellomstore foretak (SMBer) og vil derfor i mange tilfeller ikke ha mulighet til å ansette en ekspert på hvert felt. Det er derfor nødvendig med både tverrfaglig forståelse, tverrfaglig erfaring (og metodikk) og bestiller-kompetanse for å kunne bidra til å løse de utfordringene næringslivet står ovenfor (eksempelvis effektivitet, bærekraft og innovasjon). Dagens utfordringer i næringslivet er også ofte sammensatte komplekse problemer som krever en tverrfaglig tilnærming for å finne gode løsninger. I tillegg til arbeidsformer som forelesninger og øvinger med CDIO-prinsippene, har gruppearbeid med industrirelevante caser blitt en viktig del av undervisningen i emnet. Dette har utviklet seg til formen Challenge-Based-Learning (CBL). Studentene får en overordnet problemstilling som de selv spisser til relevant tema innenfor emnets faginnhold. I 2017-2021 samarbeidet fagmiljøet med HitraMat AS, krabbeforedlingsbedrift, mens fra 2022 innledet fagmiljøet samarbeid med Orkla Confectionery & Snacks Norge (Nidarfabrikken).

Målet med dette bidraget er å drøfte hvordan utforme relevant emneinnhold med et læringsutbytte som bidrar til overordnet mål på tvers av ulike studieprogram med sterkt fokus på studentaktive lærings- og undervisningsformer. Utviklingen i emnet er dokumentert gjennom kvalitetssystemet til NTNU.

**KEYWORDS:** arbeidslivsrelevans, tverrfaglighet, CDIO, CBL, matvitenskap, maskiningeniør

## 1 INTRODUKSJON

Oppdraget med å utdanne relevante og samfunnsnyttige kandidater som samtidig beholder faglig dybde er høyst aktuelt i moderne høyere utdanning. I kunnskaps- og læringsintensive samfunn er god tilgang på riktig kompetanse viktig for å ivareta økonomi og velferd, sikre innovasjonskapasitet og omstillingsevne, og bidra til å møte store samfunnsutfordringer (Meld. St. 16 (2016-2017)). I langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2019–2028 løftes et godt samspill og god kunnskapsflyt mellom akademia, næringslivet og offentlig sektor som en viktig forutsetning for å møte de store fremtidige samfunnsutfordringene (Meld. St. 4 (2018–2019)). Et godt samarbeid med arbeidslivet gir også økt motivasjon og engasjement blant studentene (Sortland 2023).

Dagens arbeidsgivere ønsker kandidater med en blanding av generiske ferdigheter samt som har evne til å tilegne seg ny kunnskap som er relevant for virksomheten og en god bransjeforståelse. Dette samstemmer med hva studentene ønsker å lære. Ifølge Rambøll (2019) ønsker mange studenter bl.a. større muligheter for mer praksis, mer oppgaveløsning i samarbeid med bedrift, mer informasjon om sine muligheter i arbeidsmarkedet og mer arbeidslivsrettet undervisning. Fagmiljøene ved NTNU har i flere år arbeidet aktivt for å sikre arbeidslivsrelevans i studieprogrammene, sikre studentrekruttering og økt gjennomføringsgrad samt å tilpasse utdanningene etter behovene i samfunnet (Karlsen et al. 2015; Jakobsen et al. 2020). Siden matsektoren står ovenfor betydelig endring fremover, med komplekse problemstillinger som må løses for å møte behovet med trygg og nok mat til en befolkning i vekst uten å overskride miljøets tåleevne, ser fagmiljøet behov for å utvide målgruppen slik at studenter også fra andre studieprogram klargjøres og utrustes for endringsjobben som skal til for å sikre bærekraftige matsystemer. Industri 4.0 er på god vei inn i matproduksjon, noe som medfører en endring i kompetansebehov for arbeidstakere i denne sektoren. Arbeidslivsrelevans i et enkelt studieprogram påvirkes av mange faktorer og er avhengig av at programmets innhold og arbeidsprosesser er designet for å optimalisere læring for det arbeidslivet det siktes mot (Haakstad & Kantarjiev 2015).

Det finnes ulike definisjoner av arbeidslivsrelevans, men felles er at generiske egenskaper som selvstendighet, selvtilit, kunnskap og kompetanse er viktige for at studentene kan møte utfordringene i arbeidslivet etter endt studium (Bui et al, 2019; Small et al, 2019; Pool og Sewell 2007). Tidligere studier påpeker at et samlet inntrykk av studentenes spesifikke faglige ferdigheter fremstår som mindre viktige for arbeidsgiverne (Støren et al. 2019).

For å lykkes med et helhetlig læringsutbytte på studieprogramnivå er en studieprogramdrevet emneoppbygning svaret (Graham 2018). Dette tillater en glidende sammenheng mellom faglig innhold i emner på et helt annet plan enn tidligere. Universitetene har en viktig rolle med å utdanne kandidater med nøkkelkompetanser som for eksempel innen bærekraftig utvikling. Slike kompetanser utvikles ikke i tradisjonelle forelesninger, og det må derfor utvikles gjennom innovative pedagogiske tilnærminger (Cebrián et al 2020, Tabrizi and Rideout 2017). Tverrfaglighet i komplekse problemløsningsoppgaver gjenspeiler godt forholdene i industrien der få jobber alene. Ifølge Sortland (2023) vil et samarbeid med brukere fra samfunns- og arbeidslivet ofte utløse motivasjon og innsatsvilje hos studentgruppene, og det oppleves positivt med prosjekter som kan videreføres og komme til nytte. Tverrfaglige prosjekter i grupper med konkrete bedriftsrelevante målsettinger bidrar videre til en dypere forståelse av sammenhengen mellom prosjektarbeid og innovasjon for studentene. (Sortland 2023).

Emnet TM502 Produksjonseffektivitet, innovasjon og produktutvikling har blitt utviklet siden 2017 av et lag faglærere fra Institutt for maskinteknikk og produksjon og Institutt for bioteknologi og matvitenskap ved NTNU i samarbeid for å fremme tverrfaglig tankegang blant studenter. Etter 6 år har vi en god erfaring med gjennomføring av dette emnet. De første 4 årene var det kun masterstudenter i matvitenskap, teknologi og bærekraft (FTMAMAT) som deltok i emnet. Masterprogrammet tar opp studenter på grunnlag av fullført bachelorutdanning innen matvitenskap, teknologi og bærekraft, bioteknologi, bioingeniør, kjemiingeniør, biomarin innovasjon, eller annen tilsvarende utdanning. Dette skaper en variert kunnskapsbase blant studentene på masterprogrammet.

Etter omlegging av studieprogrammet bachelor i ingeniørfag maskin ved NTNU (BIMASKIN) i 2019 ble dette emnet også tilbudt maskiningeniørstudenter som et valgemenne i 5.semester, noe som medfører at emnet nå undervises for studenter på flere institutter og ved to ulike fakulteter.

## 2 EMNEOPPBYGGING

Ideen for gjennomføring av emnet er basert på CDIO-prinsipper (CDIO uå). Timeplanen er satt opp med en heldags (6 timer) samling hver uke. Forelesningene er umiddelbart fulgt opp av øvinger, refleksjonsoppgaver i grupper og enkle eksperiment som for eksempel prototypebygging (Dow et al 2011). Dette forsterker innlæring og introduserer aktivt bruk av begreper og konsepter i fagstoffet.

Emnet består av tre moduler med følgende faglig innhold:

**Modul I Produksjonsledelse** - gir en innføring i ledelse av produksjonsbedrifter, med gjennomgang av grunnleggende teorier, analysemetoder og teknikker knyttet til planlegging og styring av produksjon og logistikk.

**Modul II Automatisering innen matproduksjon** - gir innføring i grunnleggende begreper innen automatisering; og analyse, dekomponering og tilrettelegging av utvalgte produksjonsprosesser med hensyn til automatisering.

**Modul III Produktutvikling & Innovasjon** - tar for seg grunnleggende produktutvikling og innovasjon. Studentene lærer terminologi og metoder som gjør dem i stand til å ta en tverrfaglig rolle for forbedring, utvikling og effektivisering i de virksomhetene de begynner å jobbe i.

Gjennom de ukentlige samlingene veksler tema i de forskjellige modulene slik at fagstoffet bygges opp gradvis.

Tabell 1 viser læringsutbyttebeskrivelser for emnet i de tre kategorier (kunnskap, ferdigheter og generell kunnskap) og hvordan disse samsvarer med læringsutbyttebeskrivelsene til studieprogrammet. Den viser at emnet tilfredsstillende intensjonene for læring i begge studentmassene.

Tabell 1. Relevans mellom læringsutbyttebeskrivelser på emne og studieprogramnivå.

Kategori	Læringsutbyttebeskrivelser	Studieprogram	
		FTMAMAT	BIMASKIN
Kunnskap	Studentene skal ha kunnskap og ferdigheter innen metoder for effektiv matproduksjon, inkludert eliminere tap, oppnå flyt, og skape kvalitet og driftssikkerhet	X	X (gjelder generelt all industri)
	Studentene skal ha inngående kunnskap produktutvikling og innovasjon	X	X
	Studentene skal ha inngående kunnskap om forbedringsprosesser i matproduksjon	X	X (gjelder generelt all industri)
	Studentene skal ha forståelse for samspillet mellom innovative løsninger, produktivitet og verdiskapning	X	X
Ferdigheter	Studentene skal kunne vurdere potensialet for automatisering i prosesskjeder	X	X
	Studentene skal kunne anvende metoder, terminologi og modeller for innovasjon i produktutvikling	X	X
	Studentene skal kunne anvende tilegnet kunnskap til å utvikle helhetlige løsninger innen produksjonsledelse	X	X
Generell kompetanse	Studentene skal kunne ta en aktiv rolle i tverrfaglige grupper	X	X
	Studentene skal kunne analysere og begrunne vitenskapelige problemstillinger relevant for matkjeden og utvise etiske og kritiske holdninger i arbeidet	X	X (gjelder generelt all industri)



### 3 SEMESTEROPPGAVE

I emnet er det valgt å bruke prosjektarbeid i tverrfaglige grupper som en studentaktiv læringsform i tillegg til øvinger og gruppeoppgaver på samlinger. Studentene blir introdusert for en overordnet problemstilling fra ett reelt case i matindustrien. Hensikten med oppgaven er å identifisere prosesstrinn med betydelig utviklingspotensial og systematisk utvikle konsepter som er egnet til å realisere potensialet for en mer effektiv produksjon. I praksis betyr dette at studentene først må definere et konkret spisset mål for sin oppgave basert på det introduserte tema, egen kompetanse og interessen til hver enkelt student i gruppen. Gruppene blir satt opp av emneansvarlig for å skape jevn blanding av studenter fra de to studieprogrammene. Dette krever aktivt og bevisst arbeid med gruppedynamikk (Johnsen and Johnsen 2006).

Fremgangsmåten tilsvarer metoden «Challenge-based learning» (Rådberg et al 2020):

«Challenge-based learning takes places through the identification, analysis, and design of a solution to a sociotechnical problem. The learning experience is typically multidisciplinary, involves different stakeholder perspectives, and aims to find a collaboratively developed solution, which is environmentally, socially and economically sustainable.»

I 5 år (2017-2021) har fagmiljøet samarbeidet om semesteroppgave med HitraMat AS, krabbeforedlingsselskap på Hitra. Den overordnede problemstillingen var formulert slik: «Trygg og effektiv krabbeproduksjon». Bakgrunnen er at dagens produksjon av de forskjellige produktene fra krabbe er komplisert og arbeidskrevende med liten grad av automatisering. I semesteroppgaven skulle studentene benytte metoder og verktøy som blir undervist i emnet for å analysere foredlingsprosessen av krabbe med sine produksjonsrelaterte utfordringer og muligheter.

I løpet av disse årene har det blitt skrevet 18 rapport - ingen med repeterende spisset problemstilling. Her er eksempler på tema som studentene har jobbet med: «Økt produksjonseffektivitet ved hjelp av automatiserte prosesser i krabbeproduksjon» (2017), «Effektivisering av fyllelinjen for fylte krabbeskjell ved HitraMat AS» (2018) og «Utnyttelse av restråstoff fra produksjon av taskekrabbe (*Cancer pagurus*)» (2020).

Noen av utfordringene vi møtte var at (1) denne bedriften har sesongbasert drift fra august til november. Dette resulterte i at studentene fikk begrenset tilgang til oppfølging fra kontaktpersoner selv om det var den beste tiden for å følge selve produksjonen, (2) avstanden til bedriften (ca. 2 timers kjøretur) var også til hinder for semesterarbeidet. (3) det var mulig å få til kun ett bedriftsbesøk og studentene syntes ikke de fikk tilstrekkelig innblikk i bedriftens behov uavhengig om vi la bedriftsbesøket tidlig eller sent i semesteret. (4) fra NTNU sin side, var det også vanskelig å følge opp om noen av rapportene ble nyttiggjort av bedriften til forbedringer i produksjonen. På den andre siden, blir en av studentene som tok dette emnet, ansatt som kvalitetskoordinator ved HitraMat AS i 2020.

I 2022 etablerte fagmiljøet et nytt samarbeid om semesteroppgave med Orkla Confectionery & Snacks Norge (Nidarfabrikken) i Trondheim. Dette gjorde det mulig for studentene å besøke bedriften flere ganger i løpet av semesteret, observere produksjonsutfordringer ved flere anledninger og dermed ha jevnlig kommunikasjon med kontaktperson ved fabrikken. Den overordnede problemstillingen ble definert som følgende: «Identifisere forbedringsområder og foreslå tiltak i Nidars produksjon», der studentene ble introdusert for produksjonslinjen for gelebaserte produkter. Oppgavene har tillagt stort vekt på behovet for å redusere matsvinn fra produksjon. Tilbakemeldinger fra Nidarfabrikken har generelt vært svært positive og de har trukket frem at studentarbeidet introduserte et annet perspektiv på forbedringsmuligheter i bedriften.

### 4 KONKLUSJON

Næringslivet etterspør kandidater med både spesialist-kompetanse og forståelse for tverrfaglig samhandling. Emner som er designet med både faglig dybde og som i tillegg bidrar til studieprogram overordnede læringsutbytte kan få høyere relevans gjennom samarbeid med industrien. Våre studenter får gode verktøy for å delta i innovative omstillingsprosesser som de treffer i arbeidslivet.

Studentene opplever mange fordeler med å inkludere bedriftene i emnets gjennomføring:

- Mulighet til å jobbe med arbeidslivsrelevante problemstillinger,

## MNT konferansen 2023 - UiS

- De blir kjent med industriaktørene og bygger nettverk,
- De får bidra til bærekraftig utvikling i næringslivet.

Samtidig byr en slik emneoppbygging på flere utfordringer:

- Ivaretagelse av studentenes rettigheter i forhold til utvikling av nye ideer og konsepter i prosjektarbeidet,
- Studentenes tilgang til industriell informasjon som kan føre til konkurranseutfordringer for bedriftene,
- Tilgjengelighet og mulighet til oppfølging fra bedriftens side,
- Engasjement og forpliktelser av studenter i grupper.

Utviklingen av emnet har foregått i samarbeid med studentene gjennom referansegrupper og spørreundersøkelser. Her er noen av tilbakemeldingene: «Spennende å samarbeide med folk fra annet studieprogram», «Tverrfaglig, nytt!», «Kontakt med bedriftene (Nidar) og organiseringen av forelesningene, dvs. det er bra kombinasjon av teoretisk forelesning og praktiske oppgaver», «Tverrfaglig og nyttig informasjon om den praktiske delen av industrien», «Variasjonen i undervisningen, kontakt med industrien, gode bidrag fra samtlige forelesere», «Jeg opplever at det var et godt gjennomtenkt fag med tanke på organiseringen og gjennomføringen av undervisningstidene, samt at det var relevant og god lærestoff»

Dette arbeidet er støttet av NTNUs strategiske instituttprogram OPTiMAT «Optimal utnyttelse av havets matressurser» (2015-2023).

### KILDER

CDIO (uå) <http://www.cdio.org/>

Cebrián, G., Junyent, M. and Mulà, I. (2020). Competencies in education for sustainable development: Emerging teaching and research developments. *Sustainability*, Vol. 12, No. 2, pp. 579, doi:10.3390/su12020579.

Dow S.P., Klemmer S.R. (2011) The Efficacy of Prototyping Under Time Constraints. In: Meinel C., Leifer L., Plattner H. (eds) *Design Thinking. Understanding Innovation*. Springer, Berlin, Heidelberg.

FTS rapport del 3 (2021). Visjon og anbefalte prinsipper, Rapport Fremtidens teknologistudier NTNU, <https://www.ntnu.no/documents/1286373847/1289915220/FTS+delrapport+3+ +Visjon+og+anbefalte+prinsipper.pdf/503f821b-ec80-aa7c-0529-f1a327a47c85?t=1632819126295> (hentet 20.12.2022)

Graham, R. (2018). The global state of art in engineering education. Report. MIT School of Engineering. <https://jwel.mit.edu/assets/document/global-state-art-engineering-education> (hentet 20.12.2022).

Jakobsen A.N, Mehli L, og Hoel S. 2020. Arbeidslivets perspektiv inn i klasserommet via filmatiserte case. *UNIPED*, Vol.43, No. 4, pp.312-330. <https://doi.org/10.18261/issn.1893-8981-2020-04-04>

Johnson, D.W. and Johnson, F.P. (2006). *Joining Together: Group Theory and Group Skills* (9. utg.). Boston: Pearson.

Karlsen H., Mehli, L., Wahl, E. and Staberg, R.L. (2015). Teaching outbreak investigation to undergraduate food technologists, *British Food Journal*, Vol. 117, No. 2, pp. 766-778.

Meld. St nr. 16 2016-2017. Kultur for kvalitet i høyere utdanning. Regjeringen.no.

Meld. St. 4 2018–2019. Langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2019–2028 Regjeringen.no.

Rådberg, K.K., Lundquist, U., Malmquist, J. and Svensson, O.H. (2020) From CDIO to challenge-based learning experiences – expanding student learning as well as societal impact?, *European Journal of Engineering Education*, Vol. 45, No. 1, pp. 22-31, <https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1441265>

Sortland, B. (2023) Eksperter i team – Håndbok for landsbyledere og læringsassistenter, NTNU.

Støren L.A., Reiling R.B., Skjelbred S.E., Ulvestad M.E., Carlsten T.C. and Olsen D.S. (2019). Utdanning for arbeidslivet: Arbeidsgivers forventninger til og erfaringer med nyutdannede fra universiteter, høyskoler og fagskoler.

Tabrizi, S. and Rideout, G. (2017). Active Learning: Using Bloom's Taxonomy to Support Critical Pedagogy. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE)*, Vol. 8, pp. 3202-3209.

# Role of stakeholders in co-creating higher education of the future

M. Pezzotta, L. Watson, and K. Dikilitas, *University of Stavanger*

**ABSTRACT:** Changes in the market affect the skills and competencies needed for professional working life. Education programs at universities want to provide a good and lasting education while at the same time be as relevant as possible to best prepare the workforce. A data-based design method for collecting and analysing information on the latter needs is proposed and utilized for the case of the energy sector in Norway and corresponding studies at the University of Stavanger. Several stakeholders (employers, employees, trade unions, university staff) are involved in the process at different stages and so that generated co-creation process advocates for new roles of the stakeholders.

## 1 INTRODUCTION

Collaboration between academia and industry has typically occurred via research collaborations, placement of students for internships, and invited guest lectures. Collaboration for education as regards, e.g., design of course content at the course level as opposed to the program level, is relatively less common. More collaboration as regards education is a desired way to increase relevance of higher education to the workplace.

Training or educational programmes appear to be “important areas of collaboration” between universities and Norwegian firms, but such collaborations are not always visible (Fitjar and Alpaydin, 2019). In a report compiled by the Norwegian Agency for International Cooperation and Quality Enhancement in Higher Education in 2020, it was stated that the collaboration between academia and industry in Norway as regards education, still has potential to be strengthened, as compared to other countries, i.e., Germany, the Netherlands, UK, Canada and Finland (Hansen et al., 2020). The difference in collaboration degree is associated to culture and traditions as well as the perception of the societal role of education and universities. Scientific staff in Norway is currently hindered by the lack of recognition of these activities in its track record and the lack of available work time: economic incentives, support programs and mechanisms are needed for the further development of this collaboration.

A study on experience-led degrees (meaning “engineering degree that develops industry related skills and that may also include industry interaction”) in the UK presents how targeted forms/practices of collaboration between academia and industry may help to bring about change in study programmes in each institution, which will in turn increase the relevance of education to work (Arlett et al. 2010). The report by Hansen et al. (2020), also analysed the different forms of collaboration in Germany, the Netherlands, UK, Canada, and Finland, to serve as inspiration for Norwegian institutions.

The purposes of this paper are to discuss the meaning of relevance of university courses for different stakeholders in the field of energy, present common practice in designing courses in higher education, propose a new data-based approach in designing courses aligned with the needs reported by the sectoral stakeholders, and discuss the new role of stakeholders, possibilities and challenges. This study is part of an ongoing education project<sup>1</sup> where the decreased interest in studying subsurface has triggered increased interest in exploring new ways of collaborating between stakeholders to prepare workforce to new challenges. We question if this may be in part due to the lack of public understanding how transferrable subsurface competence skills are from oil and gas to carbon capture, usage, and storage, renewable energy, and other sectors, e.g., construction.

---

<sup>1</sup> <https://www.uis.no/en/research/defining-future-subsurface-education-needs-in-collaboration-with-the-energy-industry>

## 2 DESIGN OF EDUCATION PROGRAMS

### 2.1 Traditional way of designing courses

Both internal and external factors affect the design of study programs: examples are field of knowledge, development of research, and students' and societal needs (Diamond, 1998). At the Department of Energy Resources at the University of Stavanger, study programs are developed and proposed by departmental staff with input from external industry representatives to meet an expected demand in education for employment. This is one of the four important forms of academic-industry cooperation identified by Hansen et al. (2020). University of Stavanger accreditation of programs requires that industry representatives provide independent feedback on: 1) program content, 2) program learning outcomes, 3) program relevance to industry, and 4) course descriptions and learning outcomes, among other details. Once the program is accredited, industry-academic cooperation significantly decreases as the course development falls to the course responsible to create content, teaching methods, and assessment methods that meet the learning outcomes. Courses are further developed over time based on student feedback, scientific and technological progress, and shifts within industry. Due to bureaucratic and economic reasons, non-university personnel are not generally engaged in the detailed creation of courses, although industry may be invited as guest lecturers, and course responsables stay abreast of new developments within the field. Within the Department of Energy Resources at the University of Stavanger, we try to use our industry contacts to help maintain specific skills relevant to courses that can then be applied in future careers. For example, by using an active employee of a service software company to deliver a short course on the software, any updates to the software will be familiar to him, easing the skill development transfer. However, often industry guest lecturers participate of their own free will and desire to influence higher education; furthermore, guest lectures are restricted to a specific topic designated by the course responsible. Therefore, industry personnel may not be utilised to the extent that could be truly beneficial to the course or study program in terms of influencing course content, delivery, and assessment.

### 2.2 New needs in the Energy field of study

An increased collaboration between universities and industry, as regards competencies and skills needs, is required to better prepare the workforce to the large and fast changes in technologies, job market and society (Hansen et al., 2020). Because of the transition to a sustainable energy market, a shift in the workforce competencies and skills is expected (for the Norwegian market: see e.g., Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon, 2020). The exploration and production (E&P) companies have adopted different strategies to cope with the energy transition: some have decided to keep their focus on oil and gas activities, while others have started a "gradual transformation", and another group has decided to move towards totally renewables (PwC, 2020). The need for transferability of competencies and skills of the workforce in the energy market is a current topic in Norway. The tasks of each job figure in the traditional E&P market, were analysed by Festervoll et al. (2022) and the new competencies and skills needed in the rising markets of carbon capture and storage, hydrogen and offshore wind were investigated. By comparison, changes of job roles were suggested, and gaps of knowledge highlighted.

Other studies and initiatives outside Norway showed the importance of the preparation of the workforce for this shift. The project FutureFit analysed the workforce and changing market due to the green transition in the UK and focused on employment and adult learning (Kapetaniou and McIvor, 2020). A study of the geoscience programs in the US was carried out to investigate specifically how prepared students are for the roles and tasks they will take on when entering the job market: the study focuses on the desired workforce skills and how these can be acquired during the studies (Viskupic et al. 2021). The results from several projects in the US (FUGE, Future of Undergraduate Geoscience Education; NGFS, National Geoscience Faculty Survey; BSGD, Building Strong geoscience Departments) were used as the basis for measuring how much the desired workforce skills are practised during the studies. They concluded that undergraduate programs provide good coverage of "geologic reasoning, working as part of a team, quantitative skills (algebra), applying skills in new scenarios, evaluation of scientific literature, temporal thinking, spatial thinking, written communication, and managing uncertainty", while areas of improvement are understanding societal relevance and systems thinking.

All these projects were initiated by different stakeholders and therefore held a different perspective/scope; or involved input from different stakeholders, ranging from education providers at several levels, industry as potential employers and potential education providers, and society.

### **2.3 Proposed new method (data-based design method)**

In this contribution, we propose a new method to collect input and needs for the design of new, or re-design of existing, study programmes, and apply it in our case study. This method is based on co-creation with input from identified stakeholders and aims at providing a way to better adhere to the content and methods of teaching in the study programme. It also facilitates capturing information on the types of students (prior professional experience, previous education and skills, needs and motivation) which is important when designing course content and way of distributing the course load. The collaboration with several stakeholders in all phases is important since it provides work force authenticity, close sectoral relevance, accountability of university education, (locally and nationally) contextualised engineer education characterised by needs-based approach. Pre-project work consists in selection of relevant stakeholders to be involved (e.g., industry, workforce, academia, student body).

## **3 CASE STUDY**

### **3.1 Description of case study**

A case study from an ongoing project (financed by HKDir, led by UiS and with 5 industrial partners from Oil and Gas (O&G) and interest organizations as collaborators) is presented. The case study regards the energy sector and study programmes for engineers in the field of energy and subsurface. In the following, 'industry' indicates the five industrial partners of the project. Different sets of stakeholders (employers/industry, employees, interest organizations such as trade unions, academic staff, administrative university staff) have been included in different phases of the process for collecting data and mapping gaps in needs of education programmes for the jobs and roles of the future.

### **3.2 Methods**

The collection of data included the following two methods: semi-structured interviews with stakeholders from the industry transcribed and inductively analysed to arrive at the authentic needs from the related industries. The analysis of the qualitative data helped us construct a questionnaire which we could use to collect data from a wider sampling in Norway. The questionnaire statements were grounded on the analysis of these interviews which were then member checked by academic staff, industry stakeholders, and trade unions. The collected data were then analysed through a clear statistical methodology to explore the needs by years of experience, expertise, professional role and educational background. The data were entered in IBM SPSS Statistics software, cleaned, and coded for ease of statistical analysis; descriptive analysis and correlation analysis were run to find significant results that highlighted the needs. Results were aggregated (study effect of different factors on the interviewed population on results, years of experience, level of education) and discussed internally. The phase of mapping of emerging gaps in the qualifications and proficiency of the employees included: present results and discuss with industry; and dissemination to other stakeholders.

### **3.3 Results**

All stakeholders showed interest in collaborating for the project and gave constructive feedback during the process. The project was seen as relevant and important for creating value for all stakeholders as well as for the syllabus design of courses for the industry. Industry have had an active role in the data collection by giving input for building the survey and in the analysis phases by discussing the results, identifying gaps, suggesting conclusions, and sketching proposed courses to fill the gaps. Employees provided data on the needs via the survey that helped finding gaps and that stimulated a creative process on the best ways to fill them. Interest organizations supported in the survey design phase by giving feedback on the relevance of the questions, on identifying the right target population for the survey and were critical in the phase of distribution of the survey (collection of data). A third party was used to distribute the survey and collect raw data. University staff (professors in the subjects, pedagogy professor, and advisors) led the activities, prepared the framework for collaboration by designing the project activities/methodology, led the communication with stakeholders, built the questionnaire, and carried out the data analysis.

## 4 DISCUSSION

In this study, we explored and identified the emerging professional needs in the oil and gas industry for engineering graduates and current workforce by conducting an extensive needs analysis through an industry-university research collaboration. Through an exploratory qualitative design, we conducted initial interviews the project partner O&G companies and elicited their emic perspectives of the needs for skills and knowledge graduates should possess. The extensive analysis informed our course design and development. The study also aimed to understand how the rate of employability can be increased by offering more relevant courses (as for content, course delivery method, and course design) as informed by joint reflective negotiation between the stakeholders. By this deeper collaboration, increased work relevance of education can contribute to better preparation of engineering students to work life, in terms of concepts and theory necessary for the job and capability to learn new competencies and skills or adapting existing ones to new contexts and problems. From a societal point of view, this has implications on the degree of employability and significance of contribution to the workforce. Employability has become a target of universities (Hansen et al., 2020) to attract more students. A discussion about the definition of the term employability and its meaning for different stakeholders' can be found, e.g., in Cheng et al. (2021).

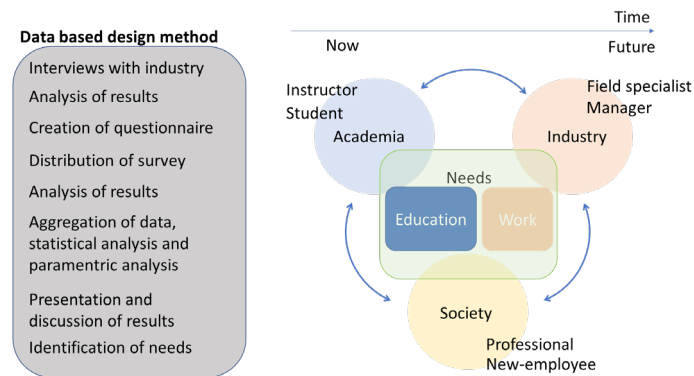


Figure 1 Data-based method with co-creation and multi-stakeholder elements.

The current method proposes to include the input from several stakeholders (prospective employers, prospective students, current employees) in the design of the courses (see Figure 1). By increasing or partially transferring a sense of ownership to actors outside the university, traditional norms of education ownership may be challenged. In a traditional sense, university education is “owned” by academia with industry and society benefiting from graduated students. When university education ownership is shared, traditional methods of teaching and assessing learning may shift to more dynamic and non-traditional forms. It will be studied further if and how this collaboration can establish a continuous reciprocal dialogue to allow for the education programmes to be as much reactive to changes as the change of technologies requires. Moreover, the collaboration allowed to learn about non-technical skills (e.g., problem solving attitude, logical thinking, etc.) that are needed on the job and that not necessarily can be taught through a specific course but may affect the teaching methods.

The suggested method gave useful insights for course planning and restructuring (ongoing phase of the project). The generalization of this method may be useful for addressing major changes in study programmes or evaluating the real relevance of a proposed study. The drawback to the method is the time investment as it requires the establishment of person-to-person conversation as well as thorough analysis and feedback throughout the entire process. However, this is also a major benefit that yielded original results which would not be possible to reach without such prolonged investment. We believe that, experiencing and managing such an inclusive research process was mutually beneficial in that it allowed for relevant industry-academia relationships to be established through the course of the collaboration.

## 5 CONCLUSIONS

A new data-based method to study the existing and future needs of workforce in the oil industry was presented in a way that potentially informed and guided the faculty curriculum and course designs. This

approach included the involvement of different stakeholders in several stages and with new roles. The method will give input to the process of (re-) designing study programmes and courses, as regards subject content, teaching methods and learning outcomes. The method facilitated confirmation of suspected results (the needs for the programmes) from several sources (academia and industry from two perspectives, employers and employees) adding a strong basis for the choices that will be made during the stage of the course designs. The analysis of knowledge gaps stage created a new arena for collaboration between academia and industry which invoked new roles (industry-led course design together with academic staff). We argue that academia and industry should build a mutual and reciprocal relationship that provides bidirectional benefits since the collaboration can create a synergy characterised by new elements of creativity, openness, solidarity, and inclusiveness.

## 6 SUMMARY, ACKNOWLEDGMENTS AND REFERENCES

The authors would like to thank the Directorate (HK-Dir) for the support received for the project “Defining Future Subsurface Education Needs in Collaboration with the Energy Industry” in the programme “Increased work relevance of education” under the grant nr. ARB-2021/10140. The authors would like to acknowledge and thank the collaboration of the industrial partners AKER BP, AS Norske Shell, Equinor, Vår Energi, Wintershall-DEA, for the discussion in preparation to the survey and the analysis of the data, and organizations Tekna and Industri Energi, for the collection of data.

### REFERENCES

- Arlett, C., Lamb, F., Dales, R., Willis, L., Hurdle, E. (2010). Meeting the needs of industry: the drivers for change in engineering education, *Engineering Education*, 5:2, pp. 18-25.
- Cheng, M., Adekola, O., Albia, J.C., Cai, S. (2021). Employability in higher education: a review of key stakeholders’ perspectives, *Higher Education Evaluation and Development*, Vol. 16 No. 1, pp. 16-31, Emerald Publishing Limited 2514-5789, DOI 10.1108/HEED-03-2021-0025.
- Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon, Teknisk redaksjon (2020). Fremtidige kompetansebehov III - Læring og kompetanse i alle ledd Norges. Norges Offentlige utredninger 2020:2, Oslo. (in Norwegian). <https://www.regjeringen.no/contentassets/053481d65fb845be9a2b1674c35d6d14/no/pdfs/nou202020200002000dddpdfs.pdf>, accessed online on 05.01.2023
- Diamond R. M. (1998). *Designing and assessing courses and curricula: a practical guide.* (rev.ed.) Jossey Bass, San Francisco.
- Festervoll A.-L., Nordanger E., Sletten S., Rasmussen A.L. (2022). Competency Analysis of the E&P Industry. Industry Report. PwC Accessed online on 05.01.2023 at: <https://wintershalldea.no/en/newsroom/ep-skills-relevant-energy-transition>
- Fitjar, R. D., & Alpaydm, U. A. R. (2019). Næringslivets samhandling med universiteter og høyskoler i og utenfor regionen: Funn fra en undersøkelse av norske bedrifter. I J. P. Knudsen & T. Lauvdal (Red.), *Geografi, kunnskap, vitenskap. Den regionale UH-sektorens framvekst og betydning* (s. 177–194). Oslo: Cappelen Damm Akademisk. (in Norwegian) <https://doi.org/10.23865/noasp.73.ch7>
- Kapetaniou C. and McIvor C. (2020). Going Green - Preparing the UK workforce for the transition to a net-zero economy. Nesta Accessed online on 05.02.2023 at: [https://media.nesta.org.uk/documents/Going\\_Green\\_Preparing\\_the\\_UK\\_workforce\\_to\\_the\\_transition\\_to\\_a\\_net\\_zero\\_economy.June.2020.pdf](https://media.nesta.org.uk/documents/Going_Green_Preparing_the_UK_workforce_to_the_transition_to_a_net_zero_economy.June.2020.pdf)
- Kipper L.M., Iepsen S., Dal Forno A.J., Frozza R., Furstenu L., Agned J., Cossul D. (2021) Scientific mapping to identify competencies required by industry 4.0. *Technology in Society* 64, 101454.
- Moland Hansen, K., Haugen, A., Kersting Lie N.-E. (2020). Samarbeid mellom høyere utdanning og arbeidsliv – Internasjonale perspektiv, Direktoratet for internasjonalisering og kvalitetsutvikling i høyere utdanning (Diku), Rapportserie Nr 1 / 2020, ISBN: 978-82-8421-003-2 Accessed online on 24.09.2022 at: <https://diku.no/rapporter/dikus-rapportserie-1-2020-samarbeid-mellom-hoeyere-utdanning-og-arbeidsliv-internasjonale-perspektiv> (in Norwegian)
- PwC (2020) E&P transactions on the NCS - The year in review: 2019. Accessed online on 05.01.2023 at: <https://www.pwc.no/no/nyheter/e-and-p-transactions-on-the-ncs-2019.pdf>
- Viskupic, K., Egger, A.E., McFadden, R.R., Schmitz, M.D. (2021). Comparing desired workforce skills and reported teaching practices to model students’ experiences in undergraduate geoscience programs, *Journal of Geoscience Education*, 69:1, pp. 27-42.

# Fremtidens teknologistudier ved NTNU: Implementeringsmodell og eksempelprogram

Nils Rune Bodsberg, Geir Owren og Geir Egil Dahle Øien  
*Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)*

## SAMMENDRAG:

**Bakgrunn:** I perioden fra august 2019 til desember 2021 gjennomførte NTNU prosjektet *Fremtidens teknologistudier* (FTS) som frembrakte et kunnskapsgrunnlag og rammeverk for fremtidig utvikling av NTNUs studietilbud innenfor teknologi, samt et veikart for implementering i organisasjonen [1, 2, 3, 6]. Våren 2022 ble fokus flyttet fra prosjektleveranser og over på organisasjonens oppfølging av prosjektets anbefalinger.

**Mål:** Presentasjonen vil kort orientere om FTS-rammeverket [2, 3, 6], og deretter beskrive modellen NTNU har valgt for FTS-implementeringen [1]. Dette er en modell hvor linjeledelse og utdanningsledelse har et selvstendig ansvar for utvikling på sine respektive områder, støttet av en sentral funksjon hos prorektor. Vi vil presentere erfaringene med modellen per mars 2023 og gi eksempler fra endringsarbeidet så langt. Spesielt vil vi se på utviklingen av det første studieprogrammet ved NTNU som gjør konkret bruk av FTS-rammeverket fra start, det 5-årige sivilingeniørprogrammet *Maskin- og energiteknologi (MTEK)* ved Fakultet for ingeniørvitenskap (IV) [5]. Dette utviklingsarbeidet startet høsten 2020, og programmet skal ta opp sine første studenter høsten 2023.

**Resultater:** FTS-anbefalingene har i hovedsak blitt positivt mottatt i organisasjonen. Det pågår allerede mye godt arbeid både på portefølje-, program- og emnenivå for å følge opp anbefalingene, og vi vil i presentasjonen gi noen utvalgte eksempler på dette. Hovedinntrykket så langt er likevel at modellen for FTS-implementering ennå ikke har funnet sin endelige form. De fem deltakende fakultetene har valgt ulike tilnærminger til sitt endringsarbeid, og de er kommet ulikt langt. Tilsvarende gjelder for NTNUs ledelse og den sentrale støttefunksjonen, som også er i prosess med å få avklart sine ansvarsområder og oppgaver og hvordan disse best kan løses.

Det nye MTEK-programmet [5] har så langt gode erfaringer med bruk av FTS-rammeverket. Bakgrunnen for etableringen var en rekke utfordringer knyttet til det opprinnelige 5-årige siv.ing.-programmet *Produktutvikling og produksjon* [4]: Mangel på en tydelig visjon, programmet var fragmentert med lite samspill mellom ulike studieretninger, og det var behov for å styrke innholdet av bl. a. bærekraft og digitalisering. Kvinneandelen var lav, og studentene opplevde svak arbeidslivsmedvirkning.

Det er derfor gjort en rekke grep: Det er fastsatt et nytt programnavn, samt en samlende visjon for programmet. Det er også utviklet et sett med effektmål, resultatmål og designkriterier som bakgrunn for videre detaljering av kompetanseprofilen for programmet. Kompetanseprofilen ble spesifisert ved å kombinere visjonen og designkriteriene med de tolv kompetansemålene utviklet i FTS-prosjektet [2]. Prosessen med å designe programmet har lagt de ti FTS-prinsippene til grunn, og arbeidet resulterte i en programdesignmatrise som kobler emnene i studieprogrammet med programmets kompetansemål. Antall studieretninger er økt, samtidig som valget av studieretninger er utsatt med ett semester for å gi større rom for å nå felles kompetansemål i de første årene. De nye studieretningene er sterkere koblet til hva kandidaten skal bli etter endt utdanning, og de er også i større grad utformet på tvers av de tre deltakende instituttene. Til slutt er det utviklet et nytt emne i første semester med særlig vekt på å introdusere bærekraftstenkning som et godt grunnlag for helhetlig integrering av bærekraftsspørsmål i resten av studieløpet.

**Oppsummering:** NTNU er fremdeles i en tidlig fase av FTS-implementeringen. Vi ser likevel allerede tydelige tegn til at anvendelse av FTS-rammeverket bidrar til positive endringsprosesser og konkret fornyelse både på portefølje-, program- og emnenivå. Erfaringene fra denne første fasen av FTS-implementeringen blir viktige å ta med seg i det videre endringsarbeidet for NTNUs teknologiportefølje i perioden frem mot 2030.



**NØKKEWORD:** Teknologistudier, kvalitetsutvikling, implementeringsmodell, programdesign, endringsarbeid

## REFERANSER

- [1] Øien, G. E. D. og Bodsberg, N.R. (2022). A Roadmap for Engineering and Technology Education Reform at the Norwegian University of Technology (NTNU). Presentert på SEFI Annual Conference, September 2022, Barcelona, Spania. Proceedings: <https://www.upc.edu/ice/ca/ebook-sefi-2022-1.pdf/>
- [2] Øien, G. E. D. og Bodsberg, N.R. (2022). Teknologiutdanning 4.0: Anbefalinger for utvikling av NTNUs teknologistudier 2022-2030. (Sluttrapport fra Fremtidens teknologistudier-prosjektet.) Tilgjengelig på <https://www.ntnu.no/documents/1286373847/1307621247/FTS+sluttrapport+-+Teknologiutdanning+4.0.pdf/f1008e49-27e6-a9b7-1767-ec351944d338?t=1641560495645>
- [3] Øien, G. E. D., Bodsberg, N. R. og Lyng, R. (2022). Redesigning Norwegian Engineering Education 1: Benchmarking and Principles for Development. Presentert på The 18th International CDIO Conference, Reykjavik, Island, Juni 2022. Tilgjengelig på <https://www.ntnu.edu/documents/1310786022/1312527736/CDIO2022-Submission112-ConceptPaper-OienBodsbergLyng-FTS-Pt1.pdf/ba2dace2-c9a7-85b2-e63e-c57a524838a2?t=1649325535832>
- [4] Fremtidens PUP og maskinstudier. (Nettside.) <https://www.ntnu.no/fremtidensteknologistudier/piloter/fremtidens-pup-og-maskin>
- [5] Maskin- og energiteknologi. Masterstudium (sivilingeniør) 5-årig. <https://www.ntnu.no/studier/mtmaskin>
- [6] Fremtidens teknologistudier. (Nettside.) <https://www.ntnu.no/fremtidensteknologistudier>

# Praksis i ikke-profesjonsrettede utdanninger – hva har betydning for studenters læring?

Ragnhild Sandvoll, Bjørn-Petter Finstad, og Monica Alterskjær Sundset, *UiT Norges arktiske universitet*

## ABSTRACT/SUMMARY:

### Bakgrunn og teori

Denne studien tar utgangspunkt i prosjektet Samarbeid om praksis i høyere utdanning der formålet å styrke praksis som læringsform for studentene i bachelorprogrammet i fiskeri- og havbruksvitenskap ved Norges fiskerihøgskole, UiT.

Praksis defineres som «planmessig opplæring som foregår i autentiske yrkessituasjoner» (Brandt 2005: 11), under veiledning av personer med relevant yrkespraksis og kompetanse. I studieprogram som mangler en definert profesjonsforankring er praksis i mindre grad systematisk utviklet som læringsform. I slike studieprogram vil det være andre utfordringer enn i profesjonsutdanninger, der utdanningsinstitusjonen og praksisfeltet ofte deler en felles oppfatning om hvilke kunnskaper, ferdigheter og kompetanse studentene skal tilegne seg i praksis.

For å styrke praksis som læringsform synes det sentralt at både studiested, student og praksissted er forberedt. Videre så har gode veiledere sentral betydning for vellykket praksis, praksisveilederen og dennes personlige innstilling bidrar i stor grad til studentens læring (Raaen 2017).

### Objektiv

I studien utforskes studentenes erfaringer med praksis i fiskeri- og sjømatnæringen med følgende forskningsspørsmål:

Hva vektlegger studentene som sentralt for egen læring i praksis?

### Metode

Studien bygger på 4 fokusgruppeintervju med totalt 20 av 50 studenter. Intervjuene varte cirka 1 time.

### Resultat

De fleste studentene viser til at de har hatt stort utbytte av praksisoppholdet og at de er veldig fornøyde. Empirien viser spesielt til 3 forhold som synes sentrale for studenters læring i praksis:

- Mottak: flere studenter opplevde at det var usikkerhet knyttet til hva de skulle gjøre i bedriften da de ankom i praksis
- Plan: noen studenter viste til at det forelå få/ingen planer for hva de skulle gjøre i praksis
- Veiledning: noen hadde fått oppgitt veileder, men fikk lite eller ingen veiledning av ulike årsaker

### Konklusjon

Studien viser at samarbeidet mellom universitet og bedriftene kan ytterligere styrkes gjennom at bedriftene får mer informasjon om utdanningen. Videre kan opplæring av veiledere i bedriften synes viktig. Universitetsbedriften er en betegnelse på bedrifter som har kvalitetssikrede praksisopplegg.

**KEYWORDS:** praksis i ikke-profesjonsrettede utdanninger, studenters læring, veiledning, mottak, plan

## REFERENCES

- [1] Brandt, E. (2005). Kartlegging av praksisbasert høyere utdanning. *NIFU STEP Skriftserie*, NIFU STEP.
- [2] Raaen, F. D. (2017). Organisering og utbytte av praksisopplæringen. I: S. Mausethagen og J.C. Smeby (red.), *Kvalifisering til profesjonell yrkesutøvelse*. Oslo: Universitetsforlaget. 106-11

# Trenger verden enda en ny lærebok i klassisk mekanikk?

Per Thorvaldsen, Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap, Høgskulen på Vestlandet

**SAMMENDRAG:** Klassisk mekanikk er vanskelig og mange elever og studenter sliter med å forstå konsekvensen av Newtons lover [2][4]. En bærekraftig utvikling må tuftes på kunnskap. Fysikk kunnskapene i Norge er i fritt fall [1]. I artikkelen presenteres en ny norsk bok [5] i klassisk mekanikk. Den er skrevet for studenter som synes klassisk mekanikk er vanskelig av en som selv har slitt med emnet. Selv om en vet at studenter har utfordringer med fysikk [3], er lærebøker de siste tiår bygget opp etter samme lest. Den nye boken fokuserer på konseptuell forståelse av klassisk mekanikk og bruker systemtenkning som basis for å forstå og kunne løse problemer i klassisk mekanikk. Markedet og læreplaner resulterer i at alle fysikkbøker blir like og at engelspråklige blir valgt selv om studenter ønsker norske lærebøker. For å bøte på det sistnevnte problemet, vil den nye boken i klassisk mekanikk være gratis. Økonomi skal ikke stå i veien for kunnskap.

**NØKKELOD:** Klassisk mekanikk, lærebok

## INNLEDNING: HVORFOR GJORDE JEG DET?

Jeg har skrevet tre lærebøker for høyere utdanning. Den første i grunnleggende elektrofag [6], den andre i grunnleggende digitalteknikk [7] og nå en i klassisk mekanikk [5]. Bøkene er tuftet på samme pedagogiske prinsipp. De er skrevet av en som selv har hatt problemet med å forstå og som lærer seg emnet mens han skriver og dermed kan gi studentene de forklaringene som de ofte ikke finner i konvensjonelle lærebøker. I mitt møte med studenter opplever jeg ofte at vi har problemer med og lurer på det samme. Etter tretti år i næringslivet er mine kunnskaper og ferdigheter blitt litt rustne. Mine utfordringer blir studentenes fordel. En går som kjent ikke til en øyenlege som ikke bruker briller og heller ikke til en skomaker som ikke vet hvor skoen trykker.

Som fysiker har mine manglende evner i å mestre klassisk mekanikk vært et åpent sår. Ved en tilfeldighet ble jeg anbefalt å lese R. D. Knight sin bok *Five Easy Lessons: Strategies for Successful Physics Teaching* [3]. Den ble en åpenbaring. Den gikk rett inn i kjernen av det jeg ikke forsto og gav gode forklaringer og løsningsstrategier. Den kunne danne grunnlaget for en god og nyskapende lærebok i klassisk mekanikk. Til min store overraskelse oppdaget jeg at R. D. Knight hadde laget en lærebok hvor han ikke anvendte noe av det han foreslo i *Five Easy Lessons*. Dermed bestemte jeg meg for å skrive en bok i klassisk mekanikk som ved å bruke R. D. Knight sine strategier kunne hjelpe studenter til å mestre klassisk mekanikk.

## MATERIALE OG METODE: HVORDAN GJORDE JEG DET?

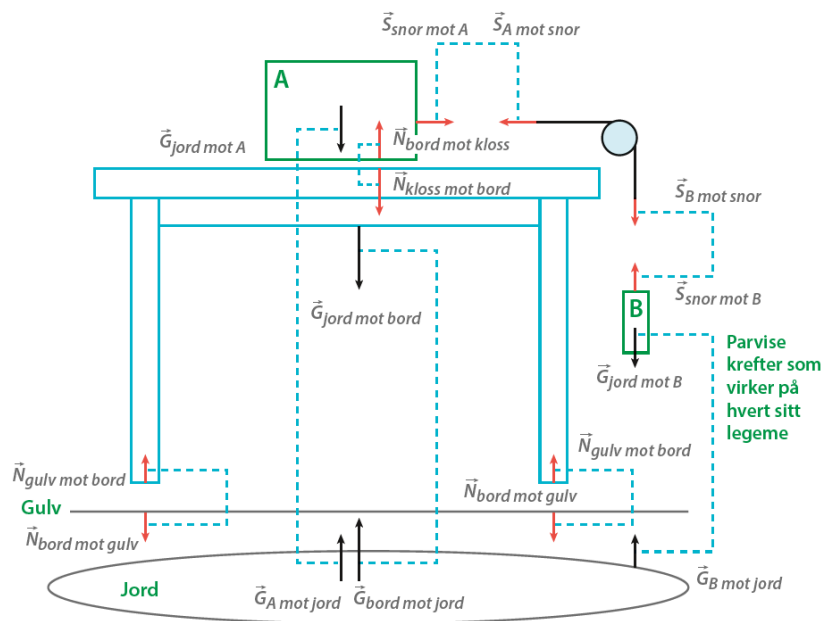
[1] med den slående tittel «20 år med fysikkprestasjoner i fritt fall», forteller at norske elever i den videregående skole gjør det stadig dårligere i fysikk og at klassisk mekanikk er særlig utsatt. Sammen med kollegaer utførte jeg tester på studenter [4] etter eksamen i fysikk. Disse testene avslørte at studentene hadde store problemer med å løse oppgaver som var laget for å teste deres forståelse av Newtons lover. Spesielt dynamikk var utfordrende. Kan det være lærebøkene og måten vi underviser på som er problemet? «Force Concept Inventory» testen [2] er laget for å avdekke hva studenter ikke forstår. Med den testen har en fått vite hva som er vanskelig for studentene og jeg har brukt disse resultatene i utviklingen av den nye boken i klassisk mekanikk [5]. En ting er å avsløre manglende kunnskaper i tester og annet, men vel så viktig er det å utvikle læremidler som hjelper studenter til å forstå.

En utfordring i så måte er at for få det til må en skrive ukonvensjonelt. Hundre år med uforandrede lærebøker i fysikk har ikke gjort studenter flinkere. Dessverre har lærebokmarkedet sin egen noe perverterte logikk. Dersom du skal få innpass med en ny bok, må den være rimelig lik det som skal erstattes. Ellers kommer den ikke inn på pensumlisten samme hvilke kvaliteter den måtte ha. Dette er blitt løst med «Har du draget?» [5] ved å gi den ut gratis til alle.

I [5] har snordraget blitt brukt som en rød tråd og fagdidaktisk metode. Tittelen på boken «Har du draget?» er valgt med omhu for å ivareta assosiasjonen til snordraget og samtidig vise at den er en selvhjelpsbok i fysikk. Mange som studerer fysikk synes snordragsoppgaver er vanskelige. Det er ikke snordraget sin skyld, men det enkle faktum at det forutsettes forståelse av Newtons lover for å løse slike oppgaver. Ved å ta ondt ved roten og basere boken på snordraget, sørger en for at Newton sine lover bli forstått. I den videregående skole har en gått til den andre ytterligheten og fjernet snordraget for å ikke konfrontere elever med sin egen uvitenhet. Det betaler høyere utdanning i fysikk prisen for.

Klassisk mekanikk består av statikk, kinematikk og dynamikk hvor Newtons lover er sentrale. I boken [5] er rekkefølgen på de ulike temaene snudd om i forhold til vanlige lærebøker. En starter med dynamikk og Newtons lover mens statikk kommer senere og kinematikk er puttet i et appendiks bak i boken. Strategien for dette valget er at dynamikk og Newtons lover er det mest utfordrende og bør brukes mest tid på. Det må inn med teskje.

Det handler om å knekke koden. Når en tilfeldig student blir spurt om å tegne inn krefter og deres angrepspunkter i et fysisk system, stopper det dessverre ofte opp etter at tyngdekraften er plassert. Derfor har boken [5] en rekke figurer à la figur 1 hvor alle krefter og deres motkrefter tegnet inn for å øke forståelsen.



**Figur 1. Systematisk tegning av alle krefter som virker**

Det legges også stor vekt på å tenke system og bruke frilegemer. Newtons tredje lov virker i systemer/mellom systemer og Newtons andre lov representerer ytre krefter.

Boken [5] er eksempeldrevet og ny teori introduseres ved hjelp av å løse oppgaver. Dette er ment for å gi studentene interesse for oppgaver og innblikk i hvordan de løses. En del av oppgavene er eksamensoppgaver for å vise studentene oppgavens relevans. Boken gir også oppskriften, figur 2, på hvordan en bruker Newtons lover til å løse oppgaver i klassisk mekanikk.

#	Løsningsrekkefølge
1.	Separer objektene (legemene) inn i «systemer av interesse» og «omgivelsene»
2.	Tegn hvert system <i>separert</i> fra alle andre systemer og omgivelsene
3.	Identifiser og tegn alle krefter på hvert system
4.	Identifiser kraftpar (aksjon/reaksjon) mellom systemer. Verifiser at de to kreftene virker på <i>ulike</i> objekter
5.	Tegn et separat frilegemediagram for hvert system. Et frilegemediagram inneholder kun krefter som virker på det gitte legemet. Bruk prikkede linjer for å binde sammen parvise krefter. Verifiser at de to kreftene som er bundet sammen av prikkede linjer, er på <i>to ulike</i> frilegemediagrammer

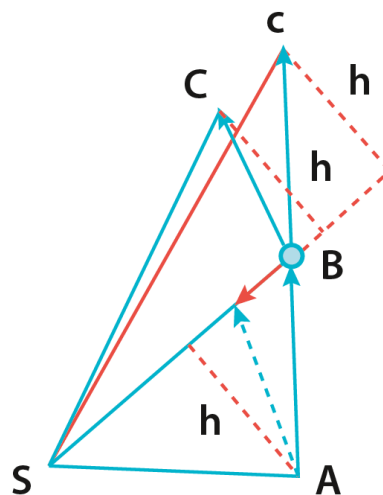
### Figur 2. Løsningsstrategi for oppgaver i klassisk mekanikk basert på [3].

Et spørsmål som ofte dukker opp i fysikkundervisningen er når skal en bruker energibetraktninger eller Newtons lover. Det korte svaret, som som regel er fraværende i fysikkbøker, er at når en ikke har konstant akselerasjon er det profitabelt å bruke energibegrepet da det gir enklere beregninger. I boken [5] blir arbeidsbegrepet sammenheng med krefter studert nøye og det vises at når kreftene er konservative kan energibegrepet introduseres. Boken [5] har også løsningsstrategi for bruk av energi, figur 3, til å løse oppgaver.

#	Løsningsrekkefølge
1.	Lag en tegning som viser før- og etter-situasjonen
2.	Bruk energikonservering på formen $E_{k\text{ før}} + E_{p\text{ før}} + W_{\text{ikke kons}} + W_{\text{omgivelser}} = E_{k\text{ etter}} + E_{p\text{ etter}}$ . Her har vi også tatt med ikke-konservative krefter og arbeid fra omgivelsene inn i energiloven.
3.	Tegn frilegemediagrammer og beregn arbeid
4.	Løs energiligning

### Figur 3. Løsningsstrategi for energioppgaver basert på [3].

Selv om kinematikkdelen er puttet i appendiks, er forståelsen av den viktig. En god måte å presentere kinematikk på er å bruke bevegelsesdiagrammer. De viser enkelt sammenhengen mellom posisjon, hastighet og akselerasjon. I boken [5] starter en med et rettlinjet kast i tyngdefelt, så skrått kast og til slutt bevegelse i tre dimensjoner.



Figur 4. Newton sitt bevegelsesdiagram viser at gravitasjonen er en sentralkraft på grunn av Keplers andre lov. Hastighet er markert med blå vektorer mens kraften er tegnet med rød vektor.

I gravitasjonskapittelet følges den geometriske utledningen til Newton. Han brukte også bevegelsesdiagrammer, som for eksempel figur 4, i starten av sin utledning av gravitasjonsloven. Det kan være nyttig for moderne studenter å se. Dessverre brukte han også mye geometrikunnskaper som ikke lenger er allmenne og derfor blir utledningen hans en utfordring å forstå. Jeg har allikevel valgt å ta den med, uthevet i grått, da jeg ikke ennå har sett den i norsk språkdrakt.

For å mestre et fag må det øves. I fysikk handler det om å løse oppgaver som krever at en anvender og tilegner seg ny kunnskap. Boken [5] har derfor et vell av oppgaver. Av pedagogiske grunner kommer oppgavene huler i bulter slik at studenten må tenke hvilken del av teorien som skal anvendes for å finne løsninger. Mange av oppgavene er av en slik art at de tester den konseptuelle forståelsen. I et eget kapittel leveres det løsningsforslag med tilhørende teori for alle oppgavene i boken slik at studentene blir eksponert for store mengder praktisk oppgaveløsning.

Som i tidligere bøker [6] og [7], har jeg brukt humor og anekdoter for å ufarliggjøre stoffet og gjøre bøkene mer lystbetont å lese. Introduksjonene til de enkelte kapitlene er av de lystige slaget og fortellerstilen er uformell. Leseren vet aldri når neste anekdote kommer, bare at den kommer. For å sitere

Tor Arild Segtnan ved Høgskulen på Vestlandet «Dette er en spennende og god lærebok en jeg selv ville hatt stor nytte av da jeg studerte. Jeg har stor sans for den litt tilbaketente stilen i presentasjonsformen. Det ufarliggjør stoffet som mange opplever som utilgjengelig».

Det viktigste med en lærebok er at leseren kan stole på at det som står der er korrekt. Da boken, med hjelp av Høgskulen på Vestlandet, er gratis, har det ikke vært nødvendig å foreta strategiske eller kommersielle hensyn ved valg av konsulenter. Jeg valgte de beste, Trygve Buanes og Øyvind Grøn, på øverste hylle. Deres hjelp både med fysikk og pedagogikk har vært uvurderlig og vesentlig økt kvaliteten på boken [5].

Som en digresjon, kan det nevnes at farge- og rasterbruk i figurene i boken er laget slik at rødgrønnblinde ikke har problemer med å skjelne fargene. De representerer tross alt åtte prosent av den mannlige befolkning.

### **RESULTATER: HVA FANT JEG?**

Resultatet av fire år med intenst arbeid er en ny og annerledes bok i klassisk mekanikk. Det påstås at den som underviser lærer mest, men min erfaring er at en lærer enda mer ved å skrive lærebøker. Det som presenteres i en bok må være sammenhengende, ha en logisk struktur og være konsistent. Personlig har arbeidet med denne boken [5] vært en dannelsesreise i klassisk mekanikk som nå gjør det mulig for meg å kalle meg fysiker uten at jeg skjemmes over stor huller i Newtonsk mekanikk. Nå er det studenter og andre nysgjerrige som inviteres med på denne reisen uten andre kostnader enn av intellektuell art.

Under arbeidet med boken har det vært et utstrakt samarbeid med studenter og andre lærere som har vært nyttig for alle parter og gitt gode innspill til forbedringer av boken.

Boken er også tilgjengelig som E-bok i pdf-format. Studenter kan altså velge den plattform de vil, og gjerne en kombinasjon av de to. Utfordrende deler av boken er det laget videoressurser for.

### **DISKUSJON: HVA BETYR DET JEG FANT?**

Det finnes nå en bok i klassisk mekanikk på norsk som er skrevet for de som har problemer med å forstå Newtonsk mekanikk. Newtonsk mekanikk er vanskelig [1] [2] [4] og metoden jeg har anvendt – lære det selv underveis mens jeg skriver boken – er en mulig vei for at også andre skal forstå det. [2] viser jo at vi sliter med de samme konseptuelle utfordringene.

Hvorfor på norsk? I høyere utdanning finnes det en rekke studenter som ikke har hatt engelsk som fremmedspråk. I tillegg er det en rekke studenter som ikke behersker engelsk så godt. Klassisk mekanikk er i seg selv så utfordrende at språk ikke bør være et ekstra hinder.

Å komme inn på pensumlistene i høyere utdanning er en utfordring. De er dominert av tykke amerikanske universitetsbøker som dekker hele fysikkpensumet. De er gode for flinke studenter og har et vell av oppgaver, og ofte blitt brukt av de som underviser når de selv var studenter. Markedet gir kliss like lærebøker med samme konservative oppbygging. For å løse denne gordiske knuten, har jeg bestemt å gi bort boken [5]. Da kan den brukes som tillegglitteratur for de studenter som ønsker en alternativ vei inn i klassisk mekanikk.

Det er selvfølgelig ingenting i veien for at også allmennheten kan bruke boken for å få en innføring i klassisk mekanikk eller friske opp gammel kunnskap.

### **REFERANSER**

[1] Grønmo, L. S. & Hole, A. (2019). 20 år med fysikkprestasjoner i fritt fall. Oslo: Cappelen Damm.  
<https://doi.org/10.23865/noasp.83>

[2] Hestenes, D., M. Wells, and G. Swackhamer. «Force Concept Inventory». The Phys. Teach. 30, 141–158 (1992)

## MNT konferansen 2023 - UiS

- [3] Knight, R. D. (2002). Five Easy Lessons: Strategies for Successful Physics Teaching. London: Pearson. ISBN-13 9780805387025
- [4] Thorvaldsen, P. Sjursen, T. og Buanes, T. Har du draget? – En undersøkelse av ingeniørstudenters kunnskaper og ferdigheter i mekanikk etter eksamen. MNT 2021
- [5] Thorvaldsen, P. (2022). Har du draget? – En lettfattelig innføring i klassisk mekanikk. Bergen. Den ideelle organisasjon. ISBN 9788299771117
- [6] Thorvaldsen, P. (2019). Innføring i digitalteknikk. Bergen. Fagbokforlaget. ISBN 9788245024982
- [7] Thorvaldsen, P. (2017). Innføring i elektrofag. Bergen. Fagbokforlaget. ISBN 9788245020397

# Omlegging fra tradisjonelle forelesninger til studentaktiv læring – eksempel fra et grunnemne i biologi

Anne E. Bjune<sup>1</sup>, Gunnar Bratbak<sup>2</sup>, Sigrunn Eliassen<sup>2</sup>, Bjørn Arild Hatteland<sup>2,3</sup>, Kristin Holtermann<sup>2</sup>, Maria Rigstad Langvad<sup>2</sup>, Ruth-Anne Sandaa<sup>2</sup>, Tone Stokka<sup>2</sup>, Aina-Cathrine Øvergård<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institutt for Biovitenskap og Bjerknessenteret for Klimaforskning, Universitetet i Bergen*

<sup>2</sup>*Institutt for Biovitenskap, Universitetet i Bergen*

<sup>3</sup>*Divisjon for Bioteknologi og Plantehelse, Norsk Institutt for Bioøkonomi*

**SAMMENDRAG:** For et av grunnemnene i biologi ved UiB har det vært jobbet systematisk med en omlegging av undervisningsmetoder fra tradisjonelle forelesninger til ulike studentaktive læringsformer. I gjennomsnitt har emnet 150 studenter på første studieår. Målet for emnet er å gi studentene en oversikt over livets opphav, systematikk og evolusjon via tre moduler; mikrobiologi, zoologi og botanikk. Studentene har før blitt presentert for generelle bygningstrekk hos sentrale organismegrupper via forelesninger og laboratorieøvelser for hver av de tre modulene. I labkurset blir klassiske dissekerings- og mikroskopieringsteknikker brukt for å demonstrere morfologiske strukturer og biosystematiske detaljer hos utvalgte planter og dyr, samt mikrobielle detekteringsmetoder for å karakterisere utvalgte prokaryote organismer.

Studentene har flere ganger meldt tilbake om en stor arbeidsbelastning i emnet. Vi har derfor gjennomført en systematisk gjennomgang av undervisningsmetodene for en mer aktiv inkludering av studentene. I utgangspunktet ble en Team-Based Learning (TBL) (Sibley og Ostafichuk 2014, Michaelsen og Sweet 2008) strategi vurdert, men logistiske utfordringer og emnets natur har gjort at vi landet på et opplegg som bruker noen av de pedagogiske ideene fra TBL. Våren 2022 brukte vi en blanding av forelesninger med quiz og diskusjon, videoer som forklarer pensum og seminarer. Erfaringene er evaluert på grunnlag av studentenes tilbakemeldinger og resultatene fra quizer gitt underveis i emnet.

Resultatet av arbeidet har ført til endringer i læringsutbyttebeskrivelsen for emnet samt vurderingsformene. Tilbakemeldingene fra studentene så langt er at de er fornøyde med de studentaktive gruppene og muligheten til å diskutere og spørre mer enn man ville gjort i en vanlig forelesning. I det videre arbeidet vil vi derfor forsøke å fase ut de tradisjonelle forelesningene, og gjøre pensum mer tilgjengelig for studentene ved å utarbeide flere filmer og kompendier.

## 1 INTRODUKSJON

På Institutt for biovitenskap ved UiB har undervisere og administrasjonen over tid arbeidet med undervisningsutvikling og forbedring av emneporteføljen gjennom samstemming og fokus på ferdigheter i alle grunnemnene som tilhører bachelorgraden i biologi (*alignment* og *curriculum mapping*). Det har særlig blitt fokusert på den generiske ferdigheten skrivning og bruk av IMRaD strukturen (Wolfe m fl. 2011). De ulike grunnemnene som tilbys har konsentrert seg om ulike deler av IMRaD strukturen. Målet er å vise studentene hvordan denne strukturen brukes i vitenskapelige arbeid samt å utvikle studentenes ferdigheter i akademisk skrivningen. Under arbeidet med skrivning og generiske ferdigheter har ønsket og behovet for å jobbe med kvalitet i andre deler av emnene også kommet frem.



Som en videreføring av kvalitetsarbeidet har vi også fokusert på ferdigheter relatert til samarbeid og problemløsning blant annet ved bruk av metoden Team-Based Learning (TBL). I TBL arbeider studentene sammen i faste grupper og dette er sentralt for å øke bevisstheten omkring kurs-innholdet og gi et godt læringsutbytte (Michaelsen og Sweet 2008). TBL ansees å være en effektiv og morsom måte å lære på, men krever god planlegging og struktur (Sibley og Ostafichuk 2014). I emner med tradisjonelle forelesninger er studentene mindre aktive og inntar fort en rolle som passiv mottaker av kunnskap (Freeman m fl. 2014). En rekke studier har vist at ved innføring av aktiv læring øker studentenes læringsutbytte (Armbruster 2009, Freeman m fl. 2014, Deslauriers m fl. 2019). Studiene viser at gjennom bruk av aktive læringsmetoder, der underviser i større grad fungerer som mentor og tilrettelegger, blir eksamensresultatene bedre (Freeman m fl. 2014, Wieman 2014, Deslauriers m fl. 2011, Zhang m fl. 2017, Kovac 1999). TBL egner seg godt for emner med mangel studenter og forskning viser at det fører til økt læring og mer studentinvolvering, ikke bare passiv overføring av kunnskap fra underviser til student. TBL og andre former for aktiv undervisning har ofte en tydelig struktur og inkluderer aktiviteter (laboppgaver, diskusjoner, quiz, m.m.) som er viktige og relevante i forhold til pensum (Burgess m fl. 2020), og som kan utfordre og gi en dypere forståelse av faget (Brame 2013). Erfaring tilsier (Gya og Bjune 2020) at når studentene selv får ansvar for aktiviteter så øker graden av eierskap til oppgaven(e) og kvaliteten på rapporten.

Emnet vi presenterer her er BIO101 Organismebiologi I. Emnet har vanligvis 150 studenter, er organisert i tre moduler (mikrobiologi, zoologi og botanikk) og hver modul har hatt 2-3 undervisere som har ansvar for ulike deler. Fokus er på livets opphav, systematikk og evolusjon. Studentene har før blitt presentert for generelle bygningstrekk hos de sentrale organismegruppene i både forelesninger og laboratorieøvelser. Tradisjonelt har emnet hatt 5-6 forelesninger og 4-6 labdager for hver av de tre modulene emnet består av. På lab blir klassiske dissekerings- og mikroskopieringsteknikker brukt for å demonstrere morfologiske strukturer og biosystematiske detaljer hos utvalgte planter og dyr, samt mikrobielle detekteringsmetoder for å karakterisere utvalgte prokaryote organismer. Oppmøte og gjennomføring av labkurset har vært eneste obligatoriske aktivitet og alle labjournalene må ha vært godkjente for å kunne ta den avsluttende eksamen. Arbeidsomfanget har til tider vært krevende både for studenter og undervisere. Tilbakemeldinger fra studenter sammen med undervisernes erfaringer gjør at vi velger å jobbe med endringer særlig i forhold til arbeidsmengde, bedre sammenheng mellom modulene og økt aktivering av studentene.

Vårt arbeid med omleggingen av kurset er i hovedsak motivert ut ifra tre faktorer:

1. Ønsket om mer studentinvolveringen – i det tidligere opplegget for emnet har det vært få krav til studentinvolvering utover deltagelse på labkurset.
2. Behovet for en tydeligere sammenheng mellom modulene i emnet – studenter ga ofte tilbakemelding om at det var vanskelig å se sammenhengen mellom modulene i mikrobiologi, zoologi og botanikk. Dette skyldes delvis at aktiviteter i de ulike delene av emnet ble strukturert på ulike måter og vektlagt forskjellig.
3. Arbeidsbelastningen for både studenter og undervisere var for høy: Tilbakemeldinger fra studentene gjennom emneevalueringer har pekt på at omfanget og arbeidsmengden i emnet er for stort. Det har i tillegg krevd mye innsats fra undervisere og assistenter for å gi tilbakemeldinger og vurdere oppgaver og rapporter. Over tid har mengden arbeid som skal gjøres, leveres og vurderes blitt betraktelig redusert, og med dette bedre tilpasset forventet arbeidsomfang for 10 studiepoeng.

## **2 FREMGANGSMÅTE FOR INNFØRING AV TBL**

For å kunne vurdere ulike forslag til endring har undervisere og assistenter hatt jevnlig møter for å diskutere og prøve ut ulike former for TBL aktivitet, men også for å bli bedre kjent med temaer og

undervisningsmetoder benyttet i de ulike modulene. Som diskutert i Burgess m fl. (2020) krever et strengt TBL opplegg god planlegging og organisering av aktivitetene. Målet er at studentene skal ta mer ansvar og vi vil ha færre (eller ingen) tradisjonelle forelesninger og mer aktivitetsbasert læring med bruk av seminar og quiz, både med individuelle oppgaver og gruppeoppgaver.

I vårsemesteret 2022 ble seminarmodellen utprøvd med studentene. I tillegg til forelesninger jobbet studentene i grupper med 4-6 studenter på hver gruppe der de jobbet med eksamensrelevante spørsmål. Læringsaktivitetene dette semesteret var ikke obligatoriske og talte ikke i forhold til sluttvurderingen. Det ble imidlertid kommunisert tydelig med studentene at dette var spørsmål og oppgaver som var svært relevant for eksamen. Etter endt semester fikk vi verdifull tilbakemelding fra studenter gjennom emneevalueringen som klart sa at dette var en god måte å lære på og som de studentene som måtte mente var en positiv måte å jobbe på.

### 3 RESULTAT OG DISKUSJON

Etter utprøvinger våren 2022 var undervisernes vurdering at et klassisk TBL opplegg ikke var hensiktsmessig å gjennomføre for emnet innenfor de tilgjengelige rammene. Vi landet på et opplegg for hver modul (Fig. 1) hvor tradisjonelle forelesninger er erstattet med korte videoer og annet forberedelsesmaterieell som studentene jobber med før de møtes til gruppearbeid på campus og jobber med fagstoffet gjennom muntlige diskusjoner og quiz og med en veiledning fra underviser. Hver modul ender med et seminar der det gis individuell og gruppetest som gir hver student en poengsum. For labdagene er det opprinnelige opplegget i all hovedsak beholdt, men arbeidsmengden er betraktelig redusert for hver labdag med et lavere antall oppgaver enn tidligere, noe som vil gjøre vurdering og tilbakemelding enklere og mindre tidkrevende for undervisere og assistenter.

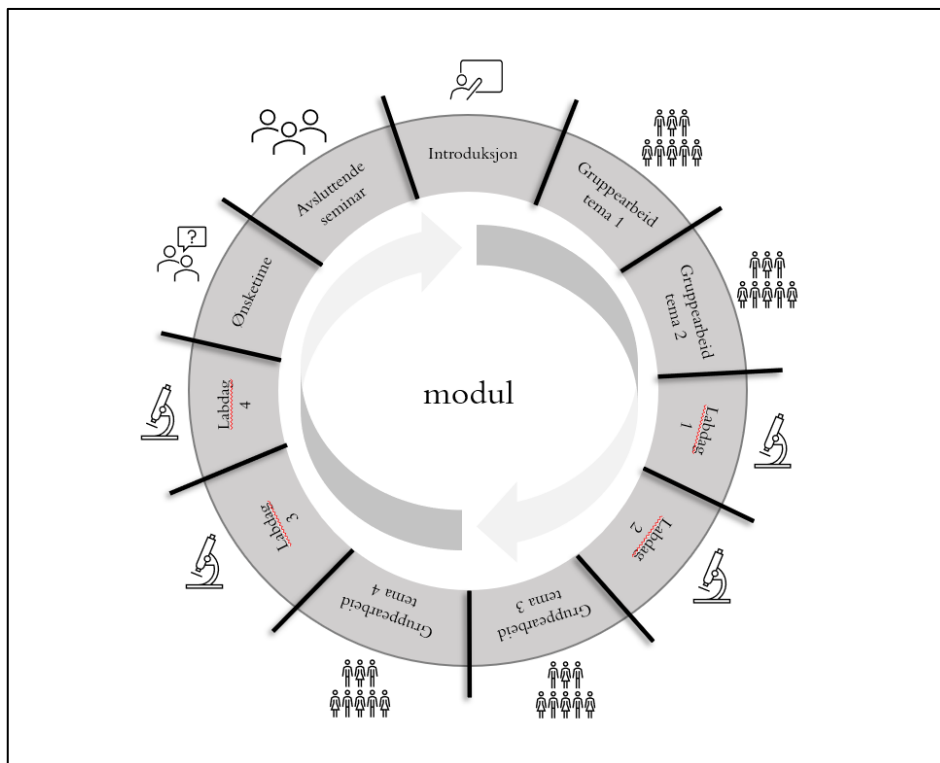


Fig 1. Planlagt oppsett for hver av de tre modulene i emnet BIO101, Organismebiologi I. Hver modul starter med en introduksjonsforelesning og slutter med seminar der poeng etter individuell og gruppetest vil telle på avsluttende eksamen.

Resultatet av arbeidet underviserne i emnet har gjort i 2022 vil ha virkning fra januar 2023. Høsten 2022 ble ny emnebeskrivelse med nye læringsutbytter, endringer i vurderingsform sendt inn og godkjent. Vurderingen i emnet vil nå bestå av poeng samlet for alle labrapportene (20% av sluttarakter), poengscore på quiz på det avsluttende seminaret for hver modul (til sammen 20%) og skriftlig eksamen som gir 60% uttelling i forhold til sluttvurderingen (Fig. 1). Målet er at opplegget skal være bedre tilpasset arbeidsmengden som er forventet for 10 studiepoeng. Ved å tilpasse arbeidsmengden bedre emnets reelle omgang gjør det også at det er bedre tilpasset studentenes læringsutbytte. Når arbeidsmengden (student workload) for studentene er justert vil det gi studentene mulighet til å anvende en dypere læringsstrategi (Karjalainen m fl 2008).

#### **4 KONKLUSJON**

På grunn av begrensinger i forhold til timeplanlegging og tilgjengelige undervisningsrom har vi valgt å bevege oss mot en aktiv undervisning, men ikke fullstendig TBL format. Omleggingen var motivert utfra studenters og underviseres arbeidsbelastning, samsvar mellom moduler og ønsket om større engasjement blant studenter. Vi anbefaler de som tenker å gjøre lignende endringer for sine emner å ha tett samarbeid med sin studieadministrasjon for å minimere logistiske og praktiske utfordringer. Opplegget vil i flere år framover evalueres og revideres basert på tilbakemeldinger fra studentene før det finner sin endelige form.

#### **TAKK**

Vi er takknemlige for støtte fra Universitets- og Høgskolerådet til arbeidet med TBL i emnet.

#### **REFERANSER**

- Armbruster, P, Patel, M, Johnson, E, og Weiss, M (2009), Active Learning and Student-centered Pedagogy Improved Students Attitudes and Performance in Introductory Biology. CBE Life Science Education, Vol. 8, pp. 203-213.
- Brame, C (2013), Writing good multiple choice test questions. Retrieved (20.04.2020) from <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/writing-good-multiple-choice-test-questions>.
- Burgess, A, van Diggele, C, Roberts, C og Mellis, C (2020), Team-based learning: design, facilitation and participation. BMC Medical Education, Vol. 20, 461.
- Deslauriers, L, Schelew, E, og Wieman, C.E (2011), Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class. Science, 332, 862-864.
- Deslauriers, L, McCarth, L.S, Miller, K, Callaghan, K, og Kestin, G (2019), Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. PNAS, Vol. 116, pp. 19251-19257.
- Freeman, S, Eddy, S.L, McDonough, M, Smith, M.K, Okoroafor, N, Jordt, H, og Wenderoth, M.P (2014), Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. PNAS, Vol. 111, pp. 8410-8415.
- Gya, R. og Bjune, A.E (2021), Taking practical learning in STEM education home: Examples from do-it-yourself experiments in plant biology. Ecology and Evolution, DOI: 10.1002/ece3.7207
- Karjalainen, A, Alha, K og Jutila, S (2008) *Give me time to think*. Oulu University Press.
- Kovac, J (1999), Student Active Learning Methods in General Chemistry. Journal of Chemical Education, Vol. 76, pp. 120-124
- Michaelsen, L.K og Sweet, M (2008), The essential elements of team-based learning. New Directions for Teaching and Learning, doi: 10.1002/tl

- Wieman, C.E (2014), Large-scale comparison of science teaching methods sends a clear message. PNAS, Vol. 111, pp. 8319-8320.
- Sibley, J og Ostafichuk, P (2014), *Getting Started with Team-Based Learning*. Stylus Publishing, Virginia.
- Wolfe, J, Britt, C og Alexander, K.P (2011), Teaching the IMRaD genre: Sentence combining and pattern practice revisited. Journal of Business and Technical Communication, Vol. 25, pp. 119-158.
- Zhang, P, Ding, L, og Mazur, E (2017), Peer instruction in introductory physics: A method to bring about positive changes in students' attitudes and beliefs. Physical Review Physics Education Research, Vol. 113, 010104-1-010104-9.

# Enhanced teaching and learning outcomes from restructuring a basic organic chemistry course

Jørn H. Hansen\*, Annette Bayer\*, and Marius M. Haugland\*  
*Department of Chemistry, UiT The Arctic University of Norway*

**ABSTRACT:** The first course in organic chemistry is tough for many students, and motivation may be an additional serious problem if you are taking the course as a part of your study program but do not intend to become a chemist. The combination of long, speedy traditional lectures, complicated material and the use of an important new language (electron flow arrows) does not contribute to easing the cognitive load and may often lead to students giving up very early on. How can we enhance learning outcomes for all students and improve on our teaching practices without compromising the course quality? The basic organic chemistry curriculum and teaching activities at our university have been restructured to allow the students to practice and learn the mechanistic language before chemical reactions. Traditional lectures have been replaced with a cooperative learning-intensive flipped-classroom model. The initial experiences are beyond expectations, and we report a considerable drop in exam failure rate and overall improved satisfaction with the course, both by students and teachers alike.

**Keywords:** flipped classroom – organic chemistry – mechanistic patterns – constructive alignment – active learning

## 1 INTRODUCTION

Traditionally, organic chemistry teaching is conducted according to structure and functional group logic. Most contemporary textbooks are still structured this way and virtually neglect pedagogical progress in the field over the past 25+ years including a significant body of accumulated evidence of limited learning.<sup>1</sup> This is a remnant from the past when the discipline was primarily taught according to the empirical scientific advances in the field. This has some advantages though, such as a good organization of transformations and reagents according to functional groups – a sort of synthesis strategy organization. However, this approach is dissonant with the current understanding of how learning occurs and, the general notion persists that organic chemistry is a “hard” subject to pass (and virtually impossible to master) at the introductory level.<sup>1</sup> Perhaps an alternative organization of the curriculum and approach to teaching the introductory level organic chemistry is needed.<sup>2,3</sup> Furthermore, a meta-study by Freeman and co-workers demonstrated how exam performance is improved by 6% in active learning classrooms and that it becomes 1.5 times less likely to fail the final exam in comparison with lecture-only classrooms.<sup>4</sup> These results have really set active learning at the center stage of STEM-education over the last decade.

Several studies have demonstrated how most students do not reach a deep understanding of concepts in organic chemistry and have difficulty mastering the important electron-flow arrow notation.<sup>1,5</sup> Even though the “curly arrow” notation is well-known to organic chemistry (100<sup>th</sup> anniversary in 2022<sup>6</sup>) and has been commonplace in textbooks for a long time, it has only recently gained traction as a systematic pedagogical tool and as a unifying element for enhancing learning in introductory organic chemistry.<sup>1-3</sup> This formalism has even been employed more recently with great success for enhanced understanding of inorganic reactivity,<sup>7</sup> albeit tragically late. The great advantage of electron-flow arrows is that the students can construct advanced concepts in a systematic manner with increasing levels of difficulty according to patterns of mechanisms, which suggests a unifying organizational curriculum structure. Flynn and co-workers at the University of Ottawa have extensively described how they redesigned a basic organic chemistry curriculum to address issues pinpointed in the literature and to incorporate contemporary pedagogies for improved student learning (and the effects of these changes).<sup>3,8-10</sup> These studies, and a detrimental record of exam failure rates over the past decade at our department, became

the impetus for this work where we have introduced a truly student-centered, active-learning approach to our introductory organic chemistry course, moving away from the traditional 2+3 hr lecture-seminar duo (which clearly caters to a transmission view of learning). Moreover, the curriculum has been re-organized according to mechanistic patterns rather than functional groups, with explicit focus on mastering the electron-flow arrow formalism as the unifying language of organic chemistry.

In this study, we have investigated the following research question: *Can we improve student satisfaction and learning outcomes in our basic organic chemistry course by restructuring the curriculum and revising teaching/learning strategies according to contemporary knowledge of what impacts student learning?* Our current understanding of, and reflections on, the four-year impact of major interventions in teaching strategy and learning approaches at our department are the subject of this paper.

## 2 METHODS

**Description of revised course.** The revised course is modelled closely after what has been described by Flynn and co-workers.<sup>2,10</sup> The standard 45-minute lecture is no longer performed in the course. Instead, the theoretical background is available through assigned reading materials and a selection of video lectures provided on the course learning platform (Canvas). The video lectures are typically short (10-25 minutes) and focused on small, specific topics. A few lectures have been made in house, but the majority have been sampled from internet resources (Alison Flynn, Leah4Sci, KhanAcademy, Professor Dave and more). The major teacher-student contact time was realized through joint classroom learning sessions (6 hrs/week). The focus was placed on group work on module-specific group exercises (cooperative learning). The group exercises were constructed in a strictly logical manner and are akin to guided-inquiry problems (but less strictly organized), in which the initial problems are very basic and the concepts have been broken down into their smallest units with supporting explanations. The set then gradually builds up complexity until relatively complicated exam-level problems appear at the end and multiple concepts must be integrated. The students carefully construct knowledge when working through these problems, with a minimum of two facilitators (teacher and teaching assistant) rotating between groups (most students partner up with one or more people), answering questions and actively intervening when issues are spotted. The sessions are occasionally intervened by planned or *ad hoc* micro-lectures on topics that are found particularly difficult in the session, or as small introductions to new topics. Seminars (2 hrs/week) were offered initially in which “classical” problems from the textbook and old exam questions were assigned, however, these were discontinued in 2020. Digital self-assessment exercises were developed for each module in 2019 using MasteringChemistry, a software with self-correction capabilities in which structures and electron arrows could be incorporated. These were mandatory and the students had multiple trials available to pass. This tool was not very well developed (technical issues) and was discontinued in 2020. Digital low-stakes multiple choice self-assessment exercises in Canvas will be introduced in spring 2023.

**Analysis of summative assessment over time.** It was anticipated that a true increase in competency of the students should be reflected in an increase of grade average and a decrease in failures. An analysis of final exam grades during the period 2010-2022 was conducted, in which grade categories Fail, D-E and A-C were quantified, to probe observable effects of the new course structure and teaching strategies. The years 2010-2018 (old format) were averaged, whereas years 2019 through 2022 have been made explicit for comparison.

**Analysis of student feedback.** The impact of the revised course was further probed by semi-structured interviews with the students, as well as likert-scale and written feedback evaluations on specific aspects of the course. Large differences in participation rate in the evaluations made it difficult to compare directly between the all the four years and only those with a large participation rate are included.

**Teacher’s assessments.** The qualitative observations made by the teachers (both course responsible and teaching assistants) were documented periodically since the implementation of the new format and, used for improvement adjustments continuously. Teacher assessments of how the new format has impacted teaching practice, student learning outcomes and student/teacher satisfaction have been analyzed to further support the claims in this paper.

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

**Student activities.** Student engagement with the intended learning outcomes (ILOs) appeared to be sparse in the first year of implementation (2019) and only 28% of students reported using these. The ILOs are crucial to a student-centered approach, though, since they direct both assessment tasks and the teaching/learning activities.<sup>1,2</sup> This was thoroughly emphasized and communicated to the students periodically over the three subsequent years. In 2021, 84% of the students reported that they had worked on the ILOs. Thus, student awareness and engagement with the ILOs appeared to be increasing.

Student engagement with the teaching and learning activities also increased over time. The video lectures and recommend readings were used by 38% and 52% of students, respectively, in 2019. Already in 2020, the equivalent numbers were 74% and 82% - a distinct increase. The internet videos needed quality control, and the students typically reported dissatisfaction with certain video types (e.g. from KhanAcademy). However, there does not seem to be a need to generate a complete in-house lecture set. A lot of effort was required to identify a contemporary textbook with the appropriate pedagogical quality and organization. Some students promoted the use of a new Norwegian textbook but, unfortunately, this still retains the classical core structure and was therefore deemed substandard.

The students were initially satisfied (81%) with having a mandatory digital self-assessment element in the weekly workflow but, technical challenges prohibited its use, and it was discarded in 2020. The purpose of this formative assessment is steadily anchored in enhancing metacognition so that students become aware of their learning status in each module and can respond accordingly. From 2023, low-stakes digital multiple-choice tests will be available for self-assessment of learning in Canvas.

Despite having worked on a topic through the digital tasks, most students spent a lot of time on the initial stages of the corresponding group problems. In 2020, group exercises became mandatory individual hand-ins every week – a change which increased both participation and completion of the sets. Despite the perceived drastic increase in workload by the students, 84% reported spending between 9-15 hours per week in total on the course in 2021, which is appropriate for 10 ECTS. Perhaps lecture-focused courses (with accompanying reduced learning outcomes) feel less tough since the students are not actively engaged in the learning to much extent. 79% of the students reported that the group work gave them improved learning outcomes,<sup>11</sup> which is very much in line with findings by Foldnes who reported that cooperative learning is crucial in a flipped-classroom in order to significantly enhance academic performance.<sup>12</sup>

Seminars were sparsely attended in 2019 and, since in early 2020 virtually nobody showed up (reportedly due to time constraints), it was decided to discontinue these. Recorded video solutions for the seminar problem sets were developed instead, which appeared to be satisfactory. The concern that the students would not be exposed to exam-level questions in their training was addressed by adding several such problems to the group exercise sets.

The isolated impact of change in curriculum organization is difficult to assess. However, there was an observable improvement in competencies of the students in using the electron-flow notation during the written exam in 2019. The same was observed in subsequent years in the mandatory written hand-in exercises. It is reasonable to anticipate that this must be a supporting factor for understanding the reactions part of the curriculum and the ease in cognitive load was somewhat visible from student feedback and observations during classroom activities. Our findings are very much in line with those of Webber and Flynn who have extensively characterized student work and problem-solving strategies in a very similar course format. They were able to demonstrate higher success rates, although a causal link could not be concluded.<sup>8</sup>

**Final exam.** In 2019, the summative assessment was a traditional written school exam. In comparison to the 8-year average exam results from 2010-2018, during which a strictly traditional lecture+seminar curriculum model was operating, the results were staggering (Fig. 1). The percentage of exam failure was reduced by 32%. If you just compare to 2018, the amount of failures dropped by 46% to 2019. The grades generally shifted more towards the lower and mid-scale (C-E) whereas the number of top grades (A-B) remained unchanged. The skill and competency levels observed at the end of the course (e.g. electron-flow arrow notation in the written exams) were clearly improved from previous years. The

approach described by Antonsen et al. bears many similarities to our study, and they report similar findings.<sup>13</sup> Convincingly, the observed significant improvements in summative assessment outcomes are likely because of the interventions we have made in teaching and learning practices.

The exam format had to drastically change in 2020 due to the onset of the pandemic and it was decided to test out oral final exams despite the relatively large number of students (ca 40 in 2020). As such, a direct comparison between 2019 and 2020-2022 is precluded by several convoluted factors. Nevertheless, we observed further

decrease in the amount of exam failures and the level appears to have stabilized at ca 10%. There is a significant shift towards achieving the grade C in years 2020-22, whereas the number of top grades A and B remain virtually unchanged. This observation could suggest that the apparent improvements are due to a real increase in competencies of the students, and not just an effect of changing the exam format or “lowering the fence”. The exam format is evolving, and we are working further on improving the quality of assessment.

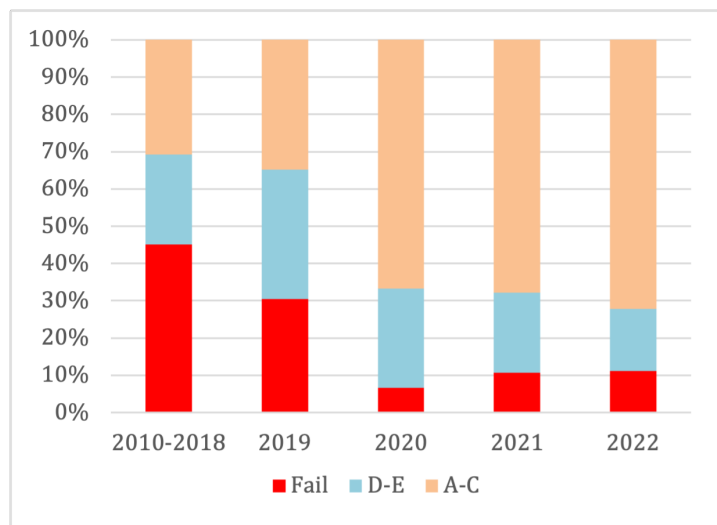


Fig. 1. Final exam grade distribution in KJE1002.

**Student feedback comments.** Overall, the students were positive towards the revised course model and saw the value of active learning. E.g. in 2020, only 7% of the feedback comments were directly negative, whereas 68% reported a positive experience. In 2021, 71% of the students gave distinct positive comments on the course format. Many statements also reflect positive changes for students and even how they “discovered” great learning outcomes (translated into English): *“I learned more than through the traditional lectures. It’s pretty logical that you learn more when you solve problems.”* *“With the old lecture format, the course became overwhelming fast. After a while we were not able to follow the slides and gave up!”*. *“It’s super! (...) the new way of doing things gives me a greater learning outcome, especially in this subject. We have to draw and discuss to understand – active work is important to master this.”*. *“Sceptical in the beginning. I like lectures, but I can see that the practical approach was more valuable”*. And some comments confirmed that the mission on active learning was working: *“(…) I notice that lecture-free teaching only leads to less work for the teacher and more work for each student”*. Some students expressed positive experiences and improved learning outcomes due to the large amount of mandatory in-class work. Many pointed out that the requirements of progression and high expectations had been really good for them, particularly in conjunction with a lot of feedback during classroom sessions from both teachers and peers. The level of satisfaction was high and in line with what has been reported in other studies.<sup>1,2,8,10</sup>

**Teacher perspectives.** The role as an active facilitator of learning has been rewarding and a very positive experience. Teaching has become more enjoyable and a considerable increase of 1:1 interaction has enabled better follow-up of student learning and more possibilities to intervene when problematic topics arise.<sup>14</sup> The possibility to more closely observe student problem solving “live” has enabled us to provide personalized feedback and support on activities and learning progress – highly valuable information for the metacognitive aspects of learning enhancement. The student-teacher relations have become closer which has led to a much-improved understanding of what the students are struggling with, which in turn provide the topics for *ad hoc* micro-lectures during classroom hours or new video lectures. The revised teaching methods seems to improve student learning and changes the teacher focus and time usage more towards what the student actually does rather than presentation techniques and slide preparation. One considerable advantage has been that the teacher really gets deep insight into student thinking, in stark contrast to the traditional lecture format where little or, at best, only superficial information can be extracted.



#### 4 SUMMARY AND CONCLUSIONS

In summary, we have re-designed the introductory organic chemistry course curriculum at the UiT Department of Chemistry and strongly emphasized active learning and alignment between intended learning outcomes, student activities and assessments and, have completely discarded the traditional lecture-seminar model. We observe a significant improvement in final exam grades and reduction of failures, more actively engaged and satisfied students, closer interaction and feedback between students and teachers, and improved satisfaction among the teachers because of a reorientation of focus towards student learning rather than classroom performances. We are continuously improving our revised course format and look forward to reporting the longer-term effects on these interventions.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to acknowledge the UiT Department of Chemistry for enabling this project to be realized, the UiT Resource Center for Teaching and Learning (RESULT) for providing resources, knowledge and impetus for substantial pedagogical improvements in our teaching community. We also wish to thank teaching assistants Tone Kristoffersen and Fredrik Rylandsholm for playing an instrumental role in the initial implementation of the project, and Astrid B. Olsen for assistance with data gathering for this article.

#### REFERENCES

- [1] Cooper, M., Stowe, R. L. (2018), Chemistry Education Research - From Personal Empiricism to Evidence, Theory, and Informed Practice. *Chemical Reviews*, 118, 6053-6087.
- [2] 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.
- [3] Galloway, K. R., Stoyanovich, C., Flynn, A. B. (2017), Students' interpretations of mechanistic language in organic chemistry before learning reactions. *Chemistry Education Research and Practice*, 18, 353-374.
- [4] 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(23).
- [5] Bhattacharyya, G. (2013). From Source to Sink: Mechanistic Reasoning Using the Electron-Pushing Formalism. *Journal of Chemical Education*, 90, 1282–1289.
- [6] Ghosh, A.; Wamser, C. C. (2022). Chemistry's Curly Arrow Hits 100. *American Scientist*, 110, 338-341. Also translated to Norwegian in *Kjemi*, 6 (2022).
- [7] Ghosh, A.; Berg, S. (2014). Arrow Pushing in Inorganic Chemistry: A Logical Approach to the Chemistry of the Main Group Elements. Wiley, New York.
- [8] Webber, D. M., Flynn, A. B. (2018). How Are Students Solving Familiar and Unfamiliar Organic Chemistry Mechanism Questions in a New Curriculum? *Journal of Chemical Education*, 98, 1451–1467.
- [9] Visser, R., Flynn, A. B. (2018). What are students' learning and experiences in an online learning tool designed for cognitive and metacognitive skill development? *Collected Essays on Learning and Teaching (CELT)*, 11, 129–140.
- [10] Flynn, A. B. (2017). Flipped chemistry courses: Structure, aligning learning outcomes, and evaluation. Chapter in *Online Approaches to Chemical Education*. ACS Symposium Series, Vol. 1261. Chapter 12, pp 151–164.
- [11] Herrmann, K. J. (2013). The impact of cooperative learning on student engagement: Results from an intervention. *Active Learning in Higher Education*, 14(3).
- [12] Foldnes, N. (2016). The flipped classroom and cooperative learning: Evidence from a randomised experiment. *Active Learning in Higher Education*, 17(1), 11.
- [13] Antonsen, S. G., Osmani, D., Stenstrøm, Y. H.; Stenstrøm, H. Ø., Samuelsen, M., Gravidahl, A. (2021), Hvordan kan man best nå ut til både motiverte og umotiverte studenter på grunnkurs i kjemi? *Nordic Journal of STEM Education*, 5, 1, MNT-konferansen 2021.
- [14] Bloom, B. (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.

# Studentproduserte filmer i laboratorieundervisning

L.-I. Berglund og K. Krause, *Institutt for arktisk og marin biologi, UiT Norges Arktiske Universitet*

**ABSTRACT:** Et stadig mer digitalisert samfunn krever at både undervisningsansvarlige og studenter mestrer bruken av digitale verktøy i all undervisning og læring. I laboratoriefag er de praktiske elementene i undervisningen vanskelig å erstatte med digitale løsninger, med unntak av digital filmproduksjon. Filmatisering av tekniske prosjekter har tidligere blitt gjennomført (eks; Young (2020) og Schultz and Quinn (2014)) likevel er det få eksempler hvor dette har blitt analysert og vurdert som en alternativ læringsform. Tidligere studier har derimot dokumentert at studentaktiv undervisning bidrar til økt læring innen MNT- fagene. Det ble derfor antatt at filmer produsert av studentene selv vil ha effekten av digital kompetanseheving i lag med økt studentaktiv og teambasert læring, samtidig som det tilfredsstilte kravene om sosial distansering under pandemi-årene. Student-produserte filmer tillot samtidig at det praktiske læringsutbyttet forble uendret.

I et unikt samarbeid mellom kursansvarlig lærer og studentene ble videoproduksjon benyttet som et eksempel på en studentaktiv undervisningsform i Bachelorkurset «Green Biotechnology and Bioenergy» i pandemi-årene 2020 og 2021. Enkle og budsjettvennlige tiltak ble iverksatt for å kunne gjennomføre filming av laboratorieforsøk i kurssammenheng. Seminarene tilknyttet kurset fungerte som en arena hvor studentene kunne presentere og videreformidle bakgrunnsinformasjon, framgangsmåte og resultater fra deres laboratorieforsøk til sine medstudenter gjennom sine egenproduserte filmer. Filmene erstattet laboratorierapportene for de gjeldende eksperimentene og ble vurdert av kurssensorer som en del av eksamen.

I etterkant ble de pedagogiske fordelene ved denne undervisningsmetoden analysert av noen av lærerne og studentene ilag for å belyse hvorvidt studentproduserte filmer er en lovende måte å opparbeide praktiske ferdigheter og data på en informativ og kreativ måte som kan nå ut til flere. Vårt bidrag demonstrerer at en høyere grad av studentinnflytelse i utviklingen av studentaktiv undervisning, eksempelvis ved bruk av digitale verktøy, kan brukes til gjensidig fordel.

**Nøkkelord:** bioteknologi, laboratoriekurs, studentaktiv læring, digital kompetanse og digitale verktøy

## 1 INTRODUKSJON

Økt anvendelse av digitale hjelpemidler i hverdagen har vært med på å forme de undervisnings- og utdanningssystemene vi har i dag. I 2004 startet kunnskapsdepartementet (daværende Utdannings- og forsknings departementet (UFD) med integreringen av digital kompetanse i hele utdanningssektoren. Utdanningsdirektoratet (Udir) reviderte i 2012 rammeverket for grunnleggende ferdigheter som sikret at digital kompetanse ble inkludert i lærerplanen (Regjeringen.no, 2022; udir.no, 2022). Dette innebar at digitale verktøy skulle spille en større rolle i undervisningen som et fungerende tiltak for å øke de grunnleggende digitale ferdighetene til både elever og lærere. Norske skoler har i dag en helt ny infrastruktur som legger til rette for digitale verktøy, men til tross for at mange krittavler er byttet ut med mer moderne, digitaliserte «smart board» tavler, så vil det å utjevne mengden tavleundervisning med økt studentdelaktighet alltid være gunstig. Det samme gjelder på universitet -og høyskolenivå hvor forelesningsmetodene og eksamensoppsettet har forblitt mer eller mindre uendret i årenes løp. European University Assosiations sin trendrapport fra 2018 anslo at studentaktive lærings- og undervisningsformer vil ha en fremtredende rolle i europeiske undervisningsinstitusjoner (Regjeringen.no, 2021).

Norge har fulgt dette eksemplet i håp om å minske overgangen til arbeidslivet hvor det stadig stilles høyere krav til kommunikasjon og samhandling mellom ansatte (Regjeringen.no, 2021). Mye tyder på at det er nettopp digital teknologi som er med på å åpne opp for mer studentaktiv læring, men i fag som



## 2.2 Gjennomføring

GoPro Hero 7 Black kameraer (verdi 3000-4000kr) ble brukt for filming og studentene fikk en innføring i bruk av denne type kamera. Ulike redigeringsprogram som iMovie, VSDC, eller Adobe Premier Pro ble tillatt, avhengig av hvilke datamaskiner som ble benyttet, samt studentenes forkunnskaper. Alle filmene måtte inneholde en utfyllende forklaring av eksperimentets fremgangsmetode og det måtte være tydelig at begge studentene hadde bidratt i alle ledd av filmproduksjonen. Kravene til filmene ble gitt på bakgrunn av filformatet (mp4 eller wmv format) og lengden på filmene (minimum 9, maksimum 12 minutter), men studentene fikk ellers ta egne beslutninger angående fremgangsmåten og ble oppfordret til å komme med kreative løsninger.

## 2.3 Tilbakemelding

Studentene presenterte sine filmprosjekter til alle medstudentene i et felles seminar. I tillegg til filmene ble forskjellige applikasjoner fra faglitteraturen, presentert i korte foredrag (en fra hver gruppe). Tilbakemeldinger fra alle studentene og alle lærere ble innhentet både anonymt og skriftlig på et spørreskjema og i en felles diskusjon hvor spontane tilbakemeldinger ble innhentet.

## 2.4 Dataevaluering

Tilbakemeldinger ble evaluert etter følgende spørsmål:

- Var forståelsen for teoretisk og praktisk bakgrunn av «eget» (filmet) forsøk bedre eller verre enn ved normal undervisning?
- Var forståelsen for teoretisk og praktisk bakgrunn av andre forsøk bedre eller verre enn ved normal undervisning?
- Var det motiverende for studentene at de fikk mye handlingsrom og mulighet til kreativitet?

## 4 RESULTAT

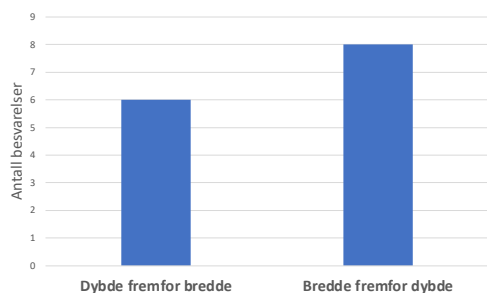
Nåværende resultat består av 14 filmer som ble presentert i plenum og 30 anonyme skriftlige tilbakemeldinger fra studenter samt tilbakemeldinger fra alle involverte i kurset (30 studenter fordelt over 2 år og 4 lærere). Tilbakemeldinger ble analysert av den kursansvarlige læreren og en student, som delte både objektive og subjektive refleksjoner angående hvilken effekt bruk av filming i undervisning har på studentenes læringsutbytte. Grunnlag for tilbakemeldinger var bl.a. spørreskjemaene med en kombinasjon av avkryssing og tekstsvr. Her kunne også flere svaralternativer kunne bli valgt i samme besvarelse. I tillegg varierte formuleringene av spørsmålene mellom 2020 og 2021 litt.

Opplegget som ble brukt i pilotprosjektet var i utgangspunktet et resultat av restriksjonene under COVID pandemien. Den ga muligheten til å undervise metoder for genmodifisering av planter i laboratoriet «hands-on» uten at de individuelle studentgruppene kom i kontakt med hverandre eller med andre lærere eller de spesialister som var ansvarlig for de enkelte forsøkene.

### 4.1 Læringsutbytte – teoretisk og praktisk

Filming av et forsøk på en måte som egner seg til å forklare praktiske og teoretiske detaljer til andre forutsetter at man er veldig godt kjent med teorien bak forsøket og med protokollen for gjennomføring. De fleste studentgruppene valgte å lage et manuskript hvor de planla hvilke steg og handlinger som skulle filmes og hva de skulle si (uten at det forela noen krav om manuskript). I spørreskjemaene ble studentene spurt om planlegging av filmene ga en bedre forståelse. Her kom det frem at et flertall av studentene syntes at «detaljert planlegging i forbindelse med filming hjalp dem med å få en bedre forståelse sammenlignet med kurssettinger hvor slike digitale virkemidler ikke ble benyttet». I tillegg var det tilsvarende avkryssninger om at «de likte å se de andre gruppens filmer» og at de «forsto hva de andre gruppene hadde gjort».

Likevel kom det fram at de flere studenter syntes det var vanskelig å forstå eksperimentene som de andre studentene hadde gjennomført bare gjennom å se på filmen. Flere studenter (8 stemmer) uttrykker at de ville ha foretrukket å gjennomføre alle forsøk selv (altså har mer faglig bredde), selv om de var enige at dette ville ha gitt dem mindre dyp innsikt i prinsippet av genmodifisering (Figur 1).

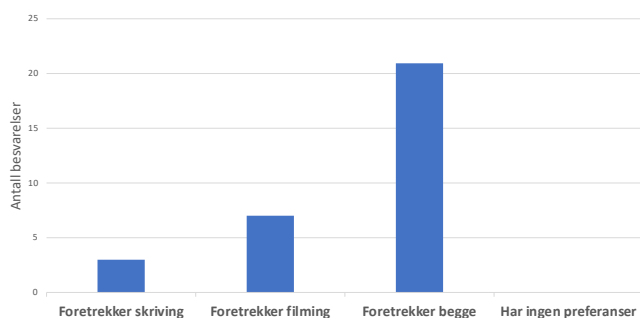


Figur 1: Preferansene til studentene angående faglig dybde og faglig bredde. Studentene ble spurt om preferansen mellom (a) individuell gjennomføring og filming av ett forsøk eller (b) gjennomføring av flere forsøk i vanlig opplegg med flere grupper samtidig.

## 4.2 Studentaktiv læring og motivasjon

Selv om studentproduserte filmer tar lengre tid enn vanlig labrapportskriving, uttrykte flertallet av studentene en sterk preferanse for å bruke filmer som en alternativ form for forsøksdokumentering. Filming opplevdes som mer motiverende siden studentene hadde mye frihet. Skrivning av laboratorierapporter er en del av kurset som mange studenter, spesielt på Bachelornivå sliter med. Å kunne jobbe i grupper på to og to har bidratt til å minske problemene og usikkerhetene studentene ellers ofte har med rapportskriving.

Samtidig syntes bare få studenter at skriftlig dokumentasjon burde fullstendig erstattes med film-basert dokumentasjon. Flertallet av studentene mente at en kombinasjon av begge dokumentasjonsalternativer var best.



Figur 2: Preferanser av studentene angående dokumentasjon av forsøk. Fire svaralternativer ble gitt til studentene som skulle bringe svar om filming kunne brukes som alternativ for skriftlige laboratorierapporter som er den dominerende form for forsøksdokumentasjon.

## 5 DISKUSJON

COVID pandemien krevde nye tiltak for å sikre gjennomføringen av laboratorieundervisningen i bachelorfaget «Green Biotechnology and Bioenergy», dermed ble studentproduserte filmer benyttet som alternativ undervisningsmetode for å sikre at studentene fikk gjennomført praktisk laboratorieøvelser uten å bestride de daværende smitteverntiltakene.

Studenter og lærere har visse forventninger til undervisningen, hvor studenter gjerne ønsker engasjerende og tildels kreative undervisningsmetoder (Netland et al., 2019), (Netland et al., 2019) mens lærerens rolle er å formidle relevant fagkunnskap på en forståelig måte. Det gjelder å finne en balanse slik at undervisningen hverken blir alt for forenklet og passiv samtidig som at studentene kjenner på mestring (Hjukse et al., 2020). Ved å delegerer deler av undervisningsansvaret til studentene kan det øke selvtiliten når studentene blir møtt med lignende oppgaver i fremtiden. I kurset var det studentenes ansvar å disponere tid, planlegge manuskript, gjøre nødvendig selvstudie, samt å lage og presentere egenproduserte filmer og presentasjoner. Studentstyrte seminarer bidro til å senke terskelen for å stille spørsmål og var med på å engasjere til diskusjon mellom studentene. Likevel er det enighet om at studentproduserte filmer ikke kan fullt ut erstatte den laberfaringen som studentene tilegner seg ved å utføre eksperimenterne selv. Dette kom fram i spørreskjemaene hvor flere poengterte at de hadde en dypere forståelse for sitt eget eksperiment sammenlignet med eksperimentene de bare så filmer til. I det tilfellet vil det å se film være en mer passiv fremgangsmetode som vil gjøre det vanskeligere å evaluere og stille seg kritisk til ny informasjon (Jonassen, 2003; Jonassen et al., 1999; Schultz & Quinn, 2014).

Dermed vil ikke studentproduserte filmer alene være tilstrekkelig, men flere studenter stilte seg positivt til at filmer ble introdusert som et alternativ til skiftelige rapporter og eksamener. Det å variere undervisningsmetodene kan være med på å nå ut til flere studenter og kan oppleves mer inkluderende og engasjerende for de som ikke motiveres eller har utfordringer med skriftlige rapporter og eksamener (for eksempel studenter med dysleksi) (Harrison-Pitaniello, 2013).

Det som var særegent ved dette prosjektet var at mange avgjørelser måtte bli tatt underveis, ettersom at denne undervisningsmetoden var ny for både studentene og lærerne, noe som førte til at studentene var (Harrison-Pitaniello, 2013) mer involvert og kommuniserte mer med lærerne gjennom hele kurset.

I pilotprosjektet ble det ikke ennå belyst om filming kunne ha bedre læringseffekt for Masterstudenter eller PhD studenter, sammenlignet med Bachelorstudenter. Dette og flere andre spørsmål ble ikke drøftet i de opprinnelige skriftlige og muntlige tilbakemeldinger av studentene og lærere. Arbeidet med utviklingen av et anonymisert spørreskjema for både studentene og lærerne som deltok i undervisningen kan hjelpe med å skreddersy den typen undervisning til fag og målgruppen hvor den har mest effekt.

## 6 ANERKJENNELSE

GoPro Kameraer ble finansiert av Monica Sundset (BFE, UiT). Forfatterne takker både henne og Annfrid Sivertsen (også BFE, UiT) for oppmuntring, støtte og verdifulle diskusjoner under og etter pilotprosjektet. Videre takkes alle medvirkende studenter og lærere av Bio-2009 i årene 2020 og 2021.

## 7 REFERENCES

- Harrison-Pitaniello, M. (2013). Using student-produced time-lapse plant movies to communicate concepts in plant biology. *Journal of microbiology & biology education*, 14(1), 101-102.
- Hjukse, H., Aagaard, T., Bueie, A. A., Moser, T., & Vika, K. S. (2020). Digitalisering i grunnskolelærerutdanningen: Om faglige forskjeller i arbeidet med profesjonsfaglig digital kompetanse. *Acta Didactica Norden*, 14, 1-27.
- Holmes, J. (2015, 28.08.15). How Methods Videos are Making Science Smarter. *The New Yorker*. <https://www.newyorker.com/tech/annals-of-technology/how-methods-videos-are-making-science-smarter>
- Jonassen, D. H. (2003). *Learning to solve problems with technology: A constructivist perspective*. Prentice Hall.
- Jonassen, D. H., Peck, K. L., & Wilson, B. G. (1999). *Learning with technology: a constructivist perspective*. Upper Saddle River, NJ: Merrill. Prentice Hall.
- McCaslin, S., Young, M., & Kesireddy, A. (2014). Using GoPro Hero cameras in a laboratory setting. ASEE-GSW Conference 2014 Proceedings,
- Netland, K. Ø., Sivertsen, A., & Olufsen, M. (2019). Innføring av studentaktive arbeidsformer i seminarundervisningen. Hvilken betydning har dette på læringsutbyttet og klassemiljøet? *Nordic Journal of STEM Education*, 2, 1-15.
- Regjeringen.no. (2021). 4. Studentaktive lærings - og undervisningsformer. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-16-20202021/id2838171/?ch=4>
- Regjeringen.no. (2022). Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dep/kd/id586/>
- Schmidt-McCormack, J. A., Muniz, M. N., Keuter, E. C., Shaw, S. K., & Cole, R. S. (2017). Design and implementation of instructional videos for upper-division undergraduate laboratory courses. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 749-762.
- Schultz, P. L., & Quinn, A. S. (2014). Lights, camera, action! Learning about management with student-produced video assignments. *Journal of Management Education*, 38(2), 234-258.
- udir.no. (2022). Rammeverk for lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse (PfdK). <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/profesjonsfaglig-digital-kompetanse/rammeverk-larerens-profesjonsfaglige-digitale-komp/innledning/#Om-pfdk>
- Young, P. W. (2020). Student-produced video of role-plays on topics in cell biology and biochemistry: A novel undergraduate group work exercise. *Frontiers in Education*, 5, doi.org/10.3389/feduc.2020.00115.

# Student guides: supporting learning from laboratory experiments through across-course collaboration

K. Daae<sup>1</sup>, E. Darelus<sup>1</sup>, A. D. Årvik<sup>1</sup>, and M. S. Glessmer<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Geophysical Institute, University of Bergen and iEarth Center of Excellence in Education*

<sup>2</sup>*Center for Engineering Education, Lund University*

**ABSTRACT:** We have observed that students often struggle with laboratory experiments. There is a high threshold to getting involved hands-on for fear of ruining an experiment, losing time, or breaking the equipment. More importantly, students have difficulty connecting the theory they learn in lectures and exercises with observations they make in the laboratory. As a result, it is difficult to formulate hypotheses, figure out what observations are needed, and make and interpret observations. We address this challenge by creating across-course collaboration between a basic- and an advanced-level *ocean and atmosphere dynamics* course, which run during the same study periods and are typically taken in subsequent years.

We train students from the advanced-level course to act as "guides" and to support groups of basic-level students doing laboratory experiments with the practicalities of running the experiments, making observations, and facilitating discussions about interpretations by asking open-ended questions. This benefits students from both levels: Basic-level students appreciate the help with new lab equipment and the supporting questions that help them make sense of observations. Advanced-level students understand the importance of questions in the learning process and realize how far they have come in understanding the topic in just one year. They report they would like to act as a guide again.

We reflect on which design criteria help make this across-course collaboration successful and where we still see room for improvement. Based on our experience and evaluation, we present recommendations for other teachers that might want to try a similar approach.

**Keywords:** *Collaborative learning, laboratory teaching, experiential learning, Community of Practice, Co-creation*

## 1 INTRODUCTION

Students often experience difficulties applying theoretically taught concepts to the real world. Engaging students in experiential learning helps bridge the gap between theory and practice (Kolb, 1984). Experiential learning is often implemented in STEM teaching by including laboratory classes in the curriculum. We aim to create scaffolded hands-on learning situations (Wood et al., 1976) that fall into students' zones of proximal development (Vygotsky, 1978). The learning situations should be at a level of difficulty that is challenging but possible, where students make sense of new concepts, especially when supported by others.

We involve students as much as possible in shaping their learning (Cook-Sather et al., 2014; Bovill, 2020) to create conditions that enhance intrinsic motivation, such as experiencing competence, autonomy, and relatedness (Deci and Ryan, 2000). We strive to create a Community of Practice (CoP, Wenger, 1998; Wenger et al., 2002) where teachers and students learn together. In a CoP, there are different legitimate roles in terms of area and level of experience and expertise, goals, and responsibilities. Specifically, being on an "incoming trajectory," i.e., being new and on a steep learning curve, is a valued and legitimate role. Supporting students' learning through support from more advanced students is common (Crowe et al., 2014; Wheeler et al., 2017), but the more advanced students also learn from teaching (French & Russel, 2002). Bringing students from different stages of a study program together to learn from each other let students experience that it is normal and accepted not to know something and that subsequent attempts at shared sensemaking (Odden and Russ, 2019) can be a joyful and rewarding experience. We, therefore, engage a whole course of advanced students as part of their coursework and instruct them to act as "guides" for basic-level students in shared laboratory sessions.

This article focuses on how we can enhance learning related to practical tasks through collaborations between students at different stages of their education. We present a case study of student and teacher perceptions of the benefits and challenges of such across-course collaborations.

## 2 THE CASE STUDY

At the Geophysical Institute, University of Bergen, we educate students in atmospheric, ocean, and climate science. Students often find the physical processes related to large-scale fluid dynamics, such as the effects of Earth's rotation, challenging to imagine and understand. Therefore, in our introductory course, "*Physics of the atmosphere and ocean*" (GEOF105) which is taught in the fall semester, we developed a new laboratory session to give students hands-on practical experience with rotation and be able to describe the characteristics of a system in rotation compared with a system at rest.

In the fall semester, we also teach a more advanced fluid dynamics course, "*Dynamics of the atmosphere and ocean*" (GEOF213). The students in GEOF213 are more experienced with theory and practical experiments, typically taking it a year after they took GEOF105. Based on our understanding of how learning works and discussions with students, we expected that collaboration between students from GEOF105 and GEOF213 during the laboratory session would benefit both groups, and we designed an across-course collaboration on one laboratory session.

The GEOF105 cohort comprises 29 students from two different study programs (the "*Bachelor's Programme in Climate, Atmosphere, and Ocean Physics*" and the "*Energy Integrated Master's*"). The cohort from GEOF213 comprises 13 students from both BSc and MSc study programs (the "*Bachelor's Programme in Climate, Atmosphere, and Ocean Physics*" and the "*Master Programme in Meteorology and Oceanography*"). GEOF105 is taught in Norwegian, while GEOF213 is taught in English. 8 students from GEOF213 had previously taken the GEOF105 course, including the lab session. The remaining students from GEOF213 were a mix of international exchange students (4 students) and one Norwegian student that did their Bachelor's degree at another university. We consider the student groups from GEOF105 and GEOF213 as the basic-level and advanced-level students, respectively, and want to stress that we think of all of them as learners in the lab sessions, but for simplicity, we refer to them as "students" and "guides" in the following.

Before the joint laboratory session, we train the guides. First, they run the experiments and discuss different aspects of the observations and the accompanying theory. Second, they co-create a list of relevant questions they think are relevant and discuss how to best support the students in making observations and discussing the results. We emphasize that it is important not to answer all questions immediately but to facilitate the students' discussions by providing hints or asking new questions that help them find the answer themselves.

During the joint laboratory session, which we ran twice to keep student groups small, we paired groups of three students with one or two guides. Each group had its own set of equipment and ran the experiments in parallel with the other groups. The laboratory experiments were structured and scaffolded through a lab guide on paper that contained instructions, discussion prompts, and space for students to take notes and draw. The teacher was also available to support both students and guides.

We have run the collaboration session since 2020 and report on the evaluation from the third iteration, from autumn 2022. To evaluate this new form of across-course collaboration, we employed several different instruments:

- We used pen-on-paper questionnaires to survey the students' and the guides' perceptions of the experience.
- The students' laboratory reports contained a section with free-text meta-reflections.
- The experienced teacher of the course provided us with expert observations.

## 3 RESULTS

We report on student perceptions of this case study, first for the students and then for the guides.



### 3.1 Students

Students are generally satisfied with the experience of the lab session and their learning. All students fully or partly agree (90% fully, 10% partly) that the experiments helped them visualize a theoretical or abstract term (Fig. 1a). They also reported gaining a deeper understanding of the phenomenon and that the experiments increased their interest in scientific processes and motivation for further studies in their respective programs.

Including more experienced student guides had a self-reported positive effect on student learning, as seen in the substantially improved quality of laboratory reports. The guides helped the students feel safe in handling the equipment and secure necessary observations and contributed to a good discussion of the phenomenon (Fig. 1b, c). The guides also facilitated the discussions by asking questions that made the students reflect on different aspects of the experiments. The students largely agreed that the guides were helpful with this aspect (Fig. 1d, e, f). In most student reflection notes, we received quotes describing how students appreciated the guides. We provide a few quotes here as examples (translated from Norwegian):

*"It worked great with a guide. Since we did not know what was going to happen, it was useful to have a guide that could pay attention to what we were looking at and point us in the right direction when we missed out on any observations. In previous courses, we typically had a few laboratory assistants covering the whole class. That increased the threshold for getting help compared with having a guide available during the whole session."*

*"Having a guide from GEOF213 did help a lot in knowing what to look for during the experiment, which was helpful to get as much as possible from doing the experiment. Without the guide, it would have been easier to miss key points during the experiment."*

The students report being reluctant to take on the role as a guide the next year when they would take the advanced-level class (Fig. 1h). Only 28% of the students fully agreed, and equal amounts (35%) partly agreed or disagreed that they would like to take on the role as a guide.

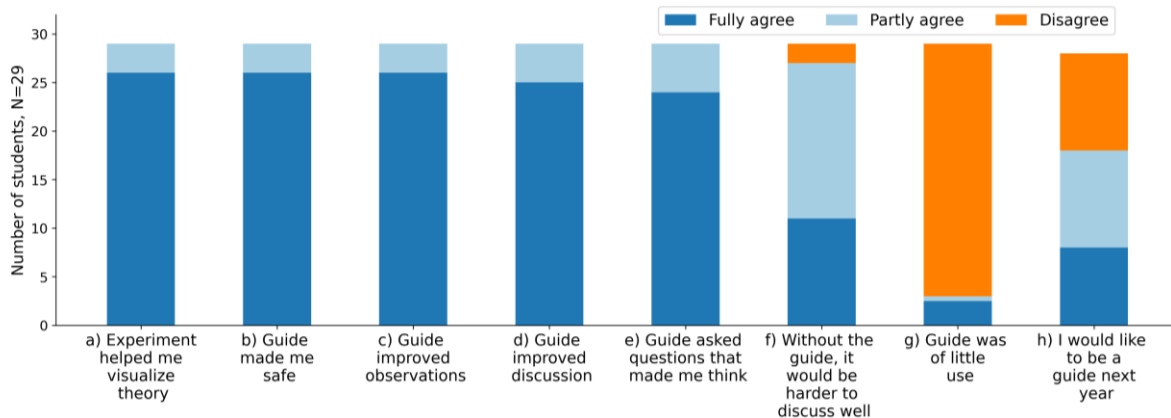


Figure 1. Students' survey responses concerning their learning and the role and value of the guides. According to the legend, the colors indicate the level of agreement with the quotes a-h).

### 3.2 Guides

Most guides reported learning new aspects of the experiment and becoming aware of their own learning during the past year through their role as guides (Fig. 2a, b). Most guides also reported no discomfort in their role as a guide during the lab experiments and would be happy to act as a guide again (Fig. 2c, h). Many guides were impressed by the students' level of knowledge and reported that the students could handle the discussion well without their help (Fig. 2g). However, most guides reported that the students benefitted from help to make good observations and be assured of what to do (Fig. d, e).

From the guides' free-text answers we received several quotes on the session, such as:

*"It is a great opportunity to learn together."*

*"It all worked well. It was fun to try to explain my knowledge in an easy manner that, at the same time, made the students think themselves."*

*"It was a competent group [of students] with much independent discussion and good questions and observations. It was fun and I learned a lot."*

Some guides reported that it was hard to know what to say and what not to say. Some also report being stressed out by difficult questions from the students. This indicates that we could improve the student guide training and preparation for the task. The language was also pointed out as a barrier for those who did not speak Norwegian.

*"It was frustrating to no be able to give direct answers, but very fun when the students arrived at the answers themselves"*

*"It was tempting to answer, but important to let the students think themselves"*

*"It is important to find the right timing to ask guiding questions. When they feel confused about the steps/outcomes of the experiment."*

*"It is hard to give hints without giving the answer"*

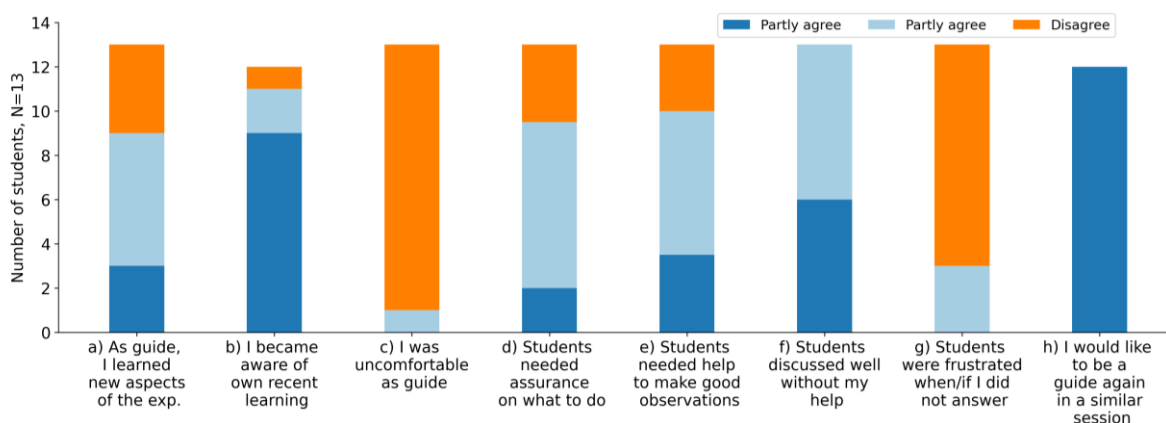


Figure 2. Guides' survey responses concerning their learning and their role as guides. According to the legend, the colors indicate the level of agreement with the quotes a-h).

## 4 DISCUSSION

We observed a positive atmosphere with hard-working students and guides. Most groups worked efficiently with help from the guides. They obtained good and relevant observations, and their discussions were on topic. The atmosphere was more relaxed compared to earlier years, when we had no guides, and the teacher had to run from table to table to answer questions and supervise. In the first iteration of the across-course collaboration in 2020, we paid three volunteer advanced-level students to act as guides, thinking about how the basic-level students would benefit from the collaboration. However, the hired guides made us aware that they also benefited from the collaboration, and it was exciting to hear them reflect on their own learning and appreciation of the session. Based on their input, we decided to include the laboratory session as a part of the advanced-level course to let all students in that course benefit from the experience.

A laboratory session can be chaotic, especially when only a handful of teachers and assistants can help the students. Assigning a guide to each group completely changed the atmosphere in the room. The guides' roles are to oversee that the students do the experiments according to the instructions, make relevant observations, and facilitate the students' discussion of their results. At the start of the session, we convey this message to ensure that both students and guides know their roles. Both students and guides reported that the guides' assurance of the procedure was helpful (Fig. 1b, 2d) and that the guides ensured that the students made good observations (Fig. 1c, 2e). The students also appeared more confident in running the experiments compared to previous iterations of the session.

The students were comfortable asking questions and understood that the guides were not there to provide all answers. However, some students reported that it was confusing and difficult to arrive at the right answer. Some guides also reported that it was hard to handle all questions. Some questions were difficult, and it was tempting to provide answers instead of hints and new questions. However, several guides reported that seeing the students arrive at the correct answers was fun. The dynamic between

students and guides varied from group to group, and some guides and students were less confident to participate in the discussions. Perhaps some guides – and then the groups they guided - would have benefitted from more thorough training and preparations of questions and answers. To equal out the levels of the groups, we could also run an evaluation session after the laboratory session, where we mix the groups and have them discuss their experiences, observations, and ideas about the theory. Many students are not used to doing experiments before learning the theory, and do not know how to deal with the unknown. In the evaluation session, the teacher could ensure the students get access to the same information and theory explanations. Also, if any groups get dubious results, they can discuss them with others and figure out if they did something wrong or if all groups arrived at the same result.

Most students fully agree that the guides improved their discussions (Fig. 1f). In contrast, the guides report that the students discussed well without their help (Fig. 2f). This could mean that the students felt overwhelmed by the experiments and did not notice how much they know already, or how they argue and discuss the results. The guides, on the other hand, have more experience. They see the valid points the students are making, and perhaps, they remember being in the student's shoes a year earlier and feeling like they know very little.

The only negative feedback we received was from students in the first (out of two) laboratory sessions, who had guides that did not speak Norwegian. We also observed dysfunctional collaboration in this group, with little communication between students and guides. There could be several reasons for the collaboration not working for this group. Firstly, both students and guides reported that the language was an issue. The students in this group were not comfortable discussing in English. Secondly, the guides were international students that had not done the basic-level course and had done the experiments for the first time during the guide training and preparation. Third, there could be cultural issues or issues related to personal characteristics among students and guides. After observing how this group's collaboration turned out, we made changes for the second laboratory session. Here, we asked the students to volunteer to have an English-speaking guide. The students who volunteered were confident in speaking English, and the collaboration worked well.

Interestingly, the guides were comfortable in their roles and would happily serve as a guide again (Fig. 2c, e), while many students reported that they would not like to be a guide (Fig. 1h). We speculate if the students are reluctant to act as a guide because they feel uncertain about the theory. On the other hand, the guides said (personal communication) that they had learned so much theory and gained much more practical experience since they did the basic-level course that they felt confident and competent to guide. They also learned new aspects of the theory while preparing to guide and realized how much they had learned recently (Fig. 2a, b), which made the whole task more interesting and rewarding. Perhaps a shared evaluation session between the teacher, students, and guides would have been good to implement. Then the students and guides could share their perceptions of how the collaboration benefited them, and we can co-create further improvements.

When the students had completed their tasks before the end of the session, we overheard several students-and-guide groups discussing other aspects of the experiment or guides sharing experiences from their studies. Both students and guides agreed (92% of guides and 96% of students) that the joint lab experiment offered a good opportunity to get to know students across cohorts.

## **5 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS**

Our case study shows that combining a basic- and an advanced-level laboratory session to learn from and with each other can benefit both student groups.

Based on our experience with the across-course laboratory collaboration, we compile recommendations for how to design a similar learning activity.

Before the collaboration:

- Carefully consider the group/guide composition to avoid language issues or other factors that might be relevant for a good collaboration.
- Explain to the students that this is an experiential learning session where they have the experience first, then discuss the theory (the other way around from what they are used to).

## MNT konferansen 2023 - UiS

- Train the guides for their role (explain the role, purpose, etc.), and let them work with the same materials the students will use later.
- Make sure the guides get "something extra," i.e., discussing the outcomes on a higher level when doing the experiments with them, but make sure they know what level is expected of the students.
- Help the guides to jointly collect "good questions" and discuss them carefully so that the guides feel competent to handle and facilitate the students' discussions.

During the collaboration session:

- Clearly explain the roles of the guides to everybody: the guides are not supposed to give all answers.
- Make sure there is sufficient allocated time so the students and guides can also talk about other relevant topics (e.g., upcoming elements of the study program or social events). This can help build an across-cohort relationship.
- Be available as a teacher and prepare to support both guides and students (the session is not something that runs all by itself).

After the collaboration:

- Facilitate a sharing and reflection session so everyone realizes that/what they have learned, and/or include reflection as part of, e.g., a lab report or a student presentation.
- Ensure the guides update the list of questions for next year based on their experience.
- Run a follow-up session in the basic-level course, where students can discuss the experiment and the relevant theory before submitting their laboratory reports. This can be helpful to equalize levels between groups and ensure that students have access to the same information or explanations of the theory.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The experiments build on the equipment developed by the DIYdynamics project (Hill et al., 2018), and we would like to thank them for inspiring and helpful discussions. This work was funded by Olsens legat (buying the equipment, development of the initial materials, funding of initial guide cohort) and the CoCreatingGFI project, funded by the Norwegian Directorate for Higher Education and Skills (funding for A. D. Årvik).

## REFERENCES

- Bovill, C. (2020). Co-creating learning and teaching. Critical publishing.
- Cook-Sather, A., Bovill, C., & Felten, P. (2014). Engaging students as partners in learning and teaching: A guide for faculty. John Wiley & Sons.
- Crowe, J., Ceresola, R., & Silva, T. (2014). Enhancing student learning of research methods through the use of undergraduate teaching assistants. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 39(6), 759-775.
- 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), 227-268.
- French, D., & Russell, C. (2002). Do graduate teaching assistants benefit from teaching inquiry-based laboratories?. *BioScience*, 52(11), 1036-1041.
- Hill, S. A., Lora, J. M., Khoo, N., Faulk, S. P., & Aurnou, J. M. (2018). Affordable Rotating Fluid Demonstrations for Geoscience Education: The DIYdynamics Project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 99(12), 2529-2538.
- Kolb, D. A. (1984). The process of experiential learning. *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*, 20-38.
- Odden, T. O. B., & Russ, R. S. (2019). Defining sensemaking: Bringing clarity to a fragmented theoretical construct. *Science Education*, 103(1), 187-205.
- Vygotsky, L. S. (1978) *Mind in society The Development of Higher Psychological Processes*. Edited by Cole, M., John-Steiner, V., Scribner, S., & Souberman, E. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wenger, E. (1998). Communities of practice: Learning as a social system. *Systems thinker*, 9(5), 2-3.

## MNT konferansen 2023 - UiS

Wenger, E., McDermott, R. A., & Snyder, W. (2002). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. Harvard business press.

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.

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*.

# Overføring av læring fra matematikk til fysikk ved forkurs for ingeniørutdanning

Ø. Marøy og E. Krystad, *NTNU*

**ABSTRACT:** Å ta i bruk matematiske kunnskaper er viktig i mange sammenhenger i fysikk. Samtidig viser det seg at overføring av læring fra matematikk til fysikk er utfordrende for studenter. Dette gjør at studenter ikke klarer å løse problemstillinger de strengt tatt har både de matematiske og fysikk-faglige ferdighetene til å løse. For å i større grad utdanne studenter som klarer å ta i bruk matematikkunnskaper i fysikk-sammenheng har vi startet et prosjekt hvor fysikk- og matematikkundervisningen ved forkurs for ingeniør- og sivilingeniørutdanning i større grad samkjøres. Tilbakemeldinger fra studentene fra intervju og spørreundersøkelse viser at studentene føler at prosjektet gir økt motivasjon og bedre evne til overføring av læring. Samtidig ser vi i tilbakemeldingene at utfordringene fortsatt er til stede.

## 1 BAKGRUNN

Forkurs for ingeniør- og sivilingeniørutdanning er et ettårig studieprogram for kommende ingeniørstudenter som ikke har tilstrekkelig kvalifikasjon i matematikk eller fysikk, og ofte heller ikke generell studiekompetanse. Ved å ta forkurs får studentene den formelle kompetansen de mangler. Studentene ved forkurset kommer ofte fra yrkesfaglige studieretninger. Studiet består av matematikk som skal gi kvalifikasjoner tilsvarende 1T, R1 og R2 fra videregående skole, fysikk som skal gi kvalifikasjoner tilsvarende fysikk 1 med en del ingeniørrelevant tilleggsinnhold, samt emner innen hhv. samfunnsfag og norsk. Etter bestått forkurs er man kvalifisert til å søke ved alle landets ingeniør- og sivilingeniørstudier.

Erfaring har vist at det er utfordrende for forkursstudentene å ta i bruk matematikken de har lært i en fysikk-kontekst. For eksempel er det utfordrende for mange å knytte stigningen til en grafisk framstilling av fart til akselerasjon, de gjenkjenner ikke et likningssystem av to likninger med to ukjente som et løsbart problem og de har vanskeligheter med å ta i bruk trigonometriske definisjoner både i romlige kontekst og i forbindelse med vektorregning. "Jeg føler at vektorer i matematikk og fysikk er to forskjellige ting" er et utsagn som illustrerer problemet. Det indikerer en manglende forståelse av vektorer, men viser også hvordan de to fagene fokuserer på ulike egenskaper ved vektorer. Dette skillet i fokus bidrar til å skape en innbilt forskjell mellom en "matematikk-vektor" og en "fysikk-vektor".

Disse utfordringene kan knyttes opp mot overføring av læring. De matematiske metodene er innlært i en matematisk kontekst, der funksjoner og variabler er matematiske objekt uten praktisk betydning. Å se sammenhengen mellom metoden og den fysiske problemstillingen blir dermed et vanskelig sprang. I tillegg erfarer det ofte at manglende evne til å se et realfaglig problem eller situasjon fra flere sider og i flere perspektiver blir en demotiverende faktor for læringsprosessen

Vi ønsker gjennom dette arbeidet å se på hvordan vi kan forebygge at studenter ser fysikk og matematikk som ulike fagområder med separate regler, og øke forståelsen for at matematikk og fysikk sammen utgjør et helhetlig instrument for problemløsning. Videre ønsker vi å øke forkursstudentenes evne til å bruke matematiske metoder som en mer naturlig del av problemløsningsprosessen enn det vi erfarer er tilfelle i dag.

## 2 TEORI

Overføring av læring kan defineres som evnen til å ta i bruk det man har lært i nye situasjoner [1]. God overføring er vesentlig i så godt som all utdanning og yrkesutøvelse. Problemer knyttet til overføring av matematikkferdigheter til situasjoner utenfor matematikkfaget er et veldokumentert problem [2, 3]. Rebollo og Cui [4] fant at studentene ved et universitetskurs i grunnleggende fysikk hadde tilstrekkelige kunnskaper innen funksjonsanalyse i forhold til det som krevdes i fysikkurset, men at de hadde problemer med å assosiere variabler og konstanter fra fysikkoppgavene med de innlærte metodene de

kjente til. Det gjorde oppgaven med å sette opp de nødvendige uttrykkene for å løse fysikkproblemene vanskeligere.

I en ingeniørsammenheng argumenterer Harris [5] for at for å forbedre overføring av matematikk må matematikken i større grad undervises i en ingeniørkontekst. All læring foregår i en kontekst, og denne konteksten er vesentlig for studentenes evne til å overføre læringen [6]. Som en forklaring trekker hun fram utfordringer forbundet med å oversette fra en representasjon til en annen, mellom graf, funksjonsuttrykk og naturlig språk. Begrepet halveringstid gir eksempelvis ikke studentene noen assosiasjon til eksponenter og logaritmefunksjoner.

Dersom matematikk kun undervises i en matematikkontekst, trenger studentene mye hjelp for å se sammenhengene mellom det de lærer der og bruken i en anvendt kontekst [6]. Fagterminologi og notasjon er forskjellig i matematikk og fagene matematikken anvendes i. I matematikk-undervisningen er også de fleste oppgavene kontekstløse, og studentene har problemer med å knytte fysikkfaglig kontekst til en matematisk terminologi og finne en matematisk modell for situasjonen. Elever og studenter som nylig har begynt å lære fysikk på dette nivået har også ofte for lite øvelse i å plukke ut relevant info fra en praktisk eller beskrevet situasjon.

En kompliserende faktor er notasjon. I matematikken heter de fleste funksjoner  $f(x)$ , stigningstallet til en rett linje heter  $a$  og den ukjente i likninger er  $x$ . I fysikken vil disse konstantene og variablene ta veldig mange forskjellige navn avhengig av hvilket fenomen man ser på. Dette gjør det vanskeligere for studentene å gjenkjenne situasjoner som egentlig er kjente matematiske problemer.

### 3 METODE

#### 3.1 Undervisningsopplegg

Selv om matematisk kunnskap og ferdigheter har en egenverdi, er det for en fremtidig ingeniør viktig å kunne ta bruk matematikk i praktiske og relevante sammenhenger. Vi ønsker å derfor å lage undervisning som i større grad gjør studentene dyktige til å ta i bruk sin matematiske kompetanse i møte med fysikkfaglige problemstillinger. For å sørge for at studentene klarer å overføre sine matematikkferdigheter til fysikkfaget forsøker vi å få til en tettere integrasjon mellom matematikk- og fysikkundervisningen. Vi ønsker å bygge ned skillet mellom fagene som bidrar til å vanskeliggjøre overføringen. Vi har i utviklingen vært inspirert av et lignende prosjekt har blitt gjennomført på studieprogrammet Elektronisk systemdesign og innovasjon ved NTNU. Her samarbeides det om undervisningen i fagene kretsteknikk og matematikk [7].

Gruppen for dette prosjektet var en klasse ved det ettårige forkurset. Samtlige studenter i klassen tok både matematikk og fysikk. I løpet av et semester var undervisningen i matematikk og fysikk korrelert på tre måter: For det første var gjennomgangen av fagstoff reorganisert slik at noen fysikktemaer ble gjennomgått på eller rundt samme dag som et matematikktema som ble ansett å være relevant for å løse typiske oppgaver innen fysikktemaet. For det andre var noen viste eksempler designet slik at samme eksempel ble brukt i de to fagene eller det ble brukt eksempler med mange likheter. For det tredje var det i fysikktimene et fokus på å få fram hvordan matematikk brukes til å løse praktiske problemstillinger. Som en del av dette forsøkte vi i fysikk i større grad å bruke matematisk fagterminologi. Vi brukte sentrale matematikkbegreper hyppig, som for eksempel som stigningstall og konstantledd, eksponentiallikning og likningssett. Slik har vi forsøkt å forsterke studentenes evne til å assosiere fysikkproblemer med matematiske konsepter.

#### 3.2 Intervju

Studentene gjennomfører en heldagsprøve i alle emner ved slutten av høstsemesteret. Besvarelsen etter prøven i fysikk ble brukt som utgangspunkt for å kartlegge overføring av læring hos et utvalg av studentene. Deltakelse var frivillig, og blant de som ønsket å delta ble det valgt ut tre studenter til intervju. Utvelgelsen ble gjort ved at vi prioriterte studenter som hadde noe, men ikke full uttelling på oppgaver der vi anså det som vesentlig å ta i bruk matematiske ferdigheter for å løse oppgaven, da vi ønsket å se på potensielle hindre for å ta i bruk matematiske metoder, likninger og uttrykk.

Alle tre intervju ble utført på liknende måte. I begynnelsen av intervjuet stilte vi studenten det generelle spørsmålet "Hva er de største hindrene for å bruke matematikkunnskapene dine i forbindelse med

fysikkoppgaver?”. Deretter ble et utvalg av oppgavene fra heldagsprøven gjennomgått, hvor vi stilte studenten følgende spørsmål:

- Hva tenkte du da du satte opp uttrykkene/likningene?
- Hvilke hindringer finnes i denne oppgaven?
- Visualiserte du situasjonen (mentalt eller på papir), og i så fall hvordan?

Etter at de konkrete oppgavene hadde blitt gjennomgått, ble studenten igjen stilt det første generelle spørsmålet.

### 3.3 Spørreundersøkelse

Studentene i testgruppen ble etter endt første semester bedt om å besvare en spørreundersøkelse om undervisningen. Undersøkelsen så på hvorvidt fysikkoppgaver vist i matematikktimen var hhv. forvirrende, motiverende, ga bedre forståelse, eller forenklet prosessen med å ta i bruk matematikk til å løse fysikkoppgaver. Videre ble studentene spurt om hvorvidt tre konkrete fysikkeksampler brukt i matematikkundervisningen bidro til å øke interessen for de relevante matematikktemaene, om å nevne noen fysikktemaer og relevant matematiske ferdigheter for disse, og til sist i hvilken grad de ønsket at matematikkundervisningen fortsatt skulle inneholde fysikkeksampler. Format of abstract: Same as Normal text style, but bold (see 3.6 below).

## 4 RESULTATER OG DISKUSJON

Intervjuet fikk fram hvordan noen av studentene så på hindringer for å ta i bruk matematikk for å løse fysikkproblemer. En av studentene uttalte følgende om en konkret oppgave hvor studenten ikke kom fram til riktig svar:

"Jeg burde tenkt på andregradslikning, men jeg tenkte mer fysikk enn matte da jeg satt der. Det var mest bare det at det var en fysikkeksamen, som gjorde at jeg ikke tenkte så mye på at jeg kunne brukt matten her. Jeg brukte jo også noe fra matten og satte det opp som en funksjon og sånn, men det var bare, det slo meg ikke å gjøre det av en eller annen grunn."

Her ser vi en klar oppfatning om at det å "tenke matte" og "tenke fysikk" er to ulike måter å arbeide på ved oppgaveløsning. Denne oppfatningen kan være en følge av en nervøs eksamenssituasjon, og ikke nødvendigvis fordi studenten har en bastant forståelse av at fagene er forskjellige. Likevel ser vi at det argumenteres i retning av at matematikk er mindre aktuelt å anvende fordi det er fysikk som er tema for eksamen.

Vi fikk også tydelige indikasjoner på at notasjon ofte kan føre til vanskeligheter i oppgaveløsning:

"Det er egentlig sånn at jo flere eksempler læreren viser hvor man benytter matematiske formler i fysikken, jo bedre er det. For hvis man kun har et lite eksempel hvor formelen kan brukes, kan det fort være glemt. I fysikken har man ofte flere variabler, det blir fort litt forvirrende. Så det er greit å forklare litt hvordan de variablene henger sammen, av og til. "

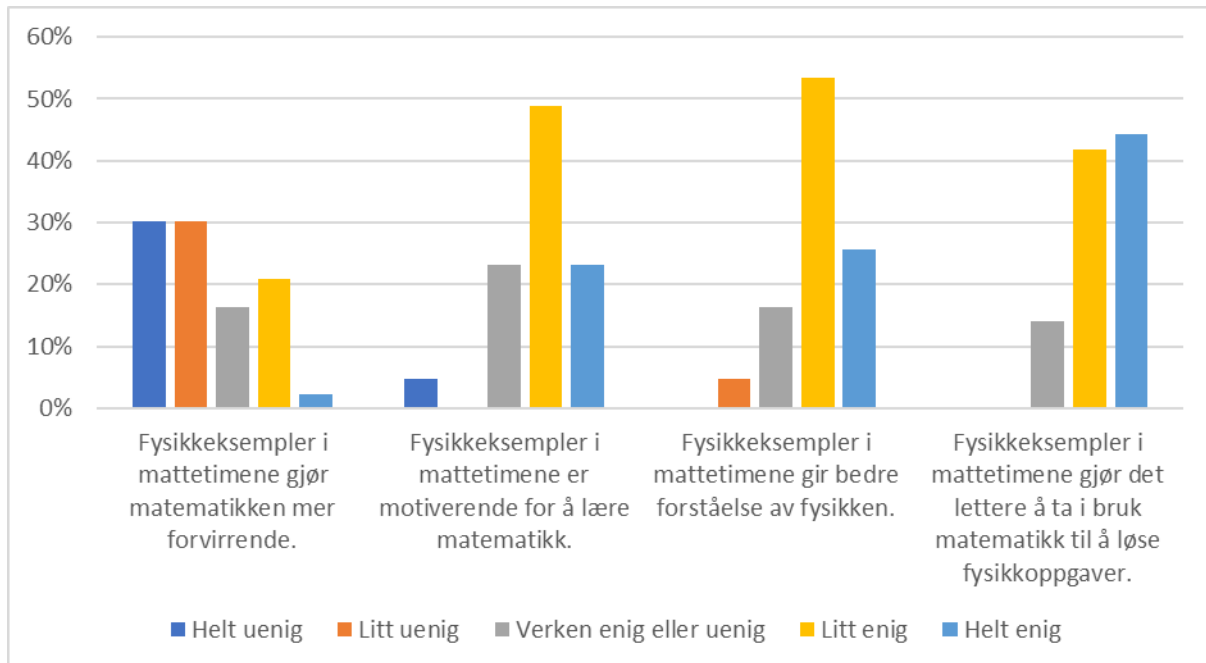
"Et hinder er at matte ofte har bokstaver som er det samme, mens fysikk har flere ting."

"Jeg satt en stund med denne oppgaven, og blanda mellom de forskjellige T-ene. Jeg brukte to forskjellige formler med T, men de svarer på to forskjellige ting, så det var bare noe som gikk litt i surr der."

Det er rimelig å anta at en slik oppfatning kan knyttes til at forståelsen av fysikktemaene er for begrenset til at studenten greier å skille mellom ulike variabler som har samme notasjon. Det er derfor rimelig å anta at studentene også vil ha utfordringer med å oversette mellom "matematikk-notasjon" og "fysikknotasjon". Svarene tyder også på at vi kan kanskje si at notasjonen i matematikkundervisningen framstår mer pålitelig for den som lærer.

Resultatene fra spørreundersøkelsen (Figur 1) viser at studentene i stor grad opplever positiv effekt av bruk av fysikkeksampler i mattetimen. Det er veldig få som er uenige i utsagnene om at eksemplene er motiverende for å lære matematikk, at de gir bedre forståelse av fysikk og at de gjør det lettere å ta i bruk matematikk i fysikksammenheng. Særlig er resultatene med tanke på å ta i bruk matematikk til å løse fysikkoppgaver oppløftende. Det tyder på at vi har oppnådd noe av målet med prosjektet.





Figur 1 Svar på spørreundersøkelse

For alle de tre konkrete fysikkeksemplene sa et flertall (52 %-74 %) av studentene seg litt eller helt enig i at eksempelet å økte interessen for å lære den tilhørende relevante matematikkferdigheten. Mellom 2 % og 17 % sa seg litt uenige og ingen var helt uenig. Dette underbygger at fysikkeksempler er motiverende for å lære matematikk. Det var også et flertall av studentene (51 %) som ønsket flere fysikkeksempler i mattetimene og bare 2 % som ønsket færre slike eksempler.

Samtidig er det noen av studentene som er helt eller litt enig i at fysikkeksemplene gjør matematikken mer forvirrende (Figur 1). Dette er viktig å ta med videre. Ved å trekke praktiske anvendelser som fysikk inn i innlæringen av matematikk økes informasjonsmengden studentene må behandle og dermed den kognitive belastningen. Dette kan slå negativt ut på studentenes evne til å bearbeide stoffet og oppnå den læringen som ønskes.

Algebra og likninger var det vanligste matematikkferdigheten som ble nevnt som vesentlig for fysikk. Dette er ikke overraskende da en typisk fysikkoppgave på dette nivået gjerne handler om å gjøre om på en formel og sette inn relevante verdier. Få studenter nevner funksjoner og grafer, en indikasjon både på at slike objekter brukes lite på dette nivået og at studentene har utfordringer med å se nytten av dem. Et interessant svar vi ønske å nevne er at energibevaring har bidratt til en forståelse av likhetstegnet og rollen det spiller i likninger, at uttrykkene på hver side av likhetstegnet er like store. Dette er en effekt ingen av oss tenkte over før vi fikk dette svaret, og viser hvordan tverrfaglig samarbeid kan gi uventet positiv synergi.

## 5 KONKLUSJON

Tettere samarbeid mellom matematikk- og fysikkundervisningen ser ut til å ha positive effekter hos studentene. De opplever større motivasjon og større evne til overføring av læring. Samtidig ser vi fortsatt tendenser til at studentene opplever å jobbe i en matte-modus og en fysikk-modus. Forståelse av notasjon har også kommet klart fram som et hinder, hovedsakelig rent fysikkfaglig, men dette indikerer at det også kan være et problem for overføring av læring mellom fagene. Vi ønsker å fortsette både utvikling av denne typen læringsopplegg og å undersøke videre hvordan vi best utdanne studenter med gode matematiske ferdigheter som de klarer å ta i bruk i ulike situasjoner.

## REFERANSER

- [1] G. Steiner, «Cognitive Psychology of Transfer of Learning,» i *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, N. J. Smelser og P. B. Baltes, Red., Pergamon, 2001, pp. 15845-15851.
- [2] J. Evans, «Building Bridges: Reflections on the problem of transfer of learning in mathematics,» *Educational Studies in Mathematics*, vol. 39, pp. 23-44, 1999.
- [3] S. Lerman, «Culturally situated knowledge and the problem of transfer in the learning of mathematics,» i *Learning Mathematics*, Routledge, 2012, pp. 107-121.
- [4] S. Rebello og L. Cui, «Retention and transfer of learning from math to physics to engineering,» i *2008 Annual Conference & Exposition*, Pittsburgh, 2008 .
- [5] D. Harris, L. Black, P. Hernandez-Martinez, B. Pepin og J. Williams, «Mathematics and its value for engineering students: what are the implications for teaching?,» *International Journal of Mathematical Education in Science*, vol. 46, nr. 3, pp. 321-326, 2015.
- [6] J. Boaler, «Exploring Situated Insights into Research and Learning,» *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 31, nr. 1, pp. 113-119, 2000.
- [7] T. Bolstad, L. Lundheim, M. Nome og F. Rønning, «Mathematics in a Programme for Electronic Systems Design,» i *The 20th SEFI Special Interest Group in Mathematics - SIG in Mathematics*, Kristiansand, 2021.

# 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 veldokumentert 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>

# Hvordan påvirker digitale øvingsoppgaver lærerstudenters motivasjon i matematikk?

S. Ovedal-Hakestad og M.U. Søyland, *Universitetet i Agder og Universitet i Stavanger*

## ABSTRACT:

**Studien omhandler lærerstudenters bruk av digitale, tradisjonelle øvingsoppgaver i matematikk og om hvordan tilbud av slike oppgaver påvirker deres motivasjon for arbeid med matematikk. Studentmotivasjon analyseres ut fra deltakelsesprosent, intervju av studenter og resultatene av gjennomføringen av oppgavene. Funnene fra studiene tyder på at slike øvingsoppgaver ikke oppleves indre motiverende og svakt ytre motiverende, der studenter tilfører spillelementer for egen motivasjons skyld, selv om slike elementer ikke er bevisst tillagt i oppgavestrukturen. En slik spillifisering kan se ut til å gå ut over kvaliteten på oppgavearbeidet.**

## 1 INTRODUKSJON

Bruk av digitale verktøy som en del av matematikkundervisningen øker i hele verden (Viberg et al., 2020). Vi har nylig vært igjennom en pandemi, som førte til at måter å undervise på, vurdere på og arbeide på gjennomgikk store endringer. Digitale verktøy kommer med mangfoldige muligheter til å lage oppgaver og vurdere studenters arbeid. I denne undersøkelsen ønsker vi å se på hvordan studentenes motivasjon kan påvirkes ved å ta i bruk et digitalt oppgave- og tilbakemeldingssystem for matematikk i høyere utdanning.

Lærerstudenter ble tilbudt digitale øvingsoppgaver koblet til det faglige innholdet i matematikkemnet de deltok i. Presentasjonen av oppgavene var av en slik art at det ble gitt umiddelbar tilbakemelding om oppgaven var riktig eller feil løst gjennom det digitale programmet. Studentene ble tilbudt flere runder med oppgaver knyttet til pensumstoffet. Studentenes besvarelser hadde ikke konsekvenser for sluttvurderingen av studentene. Målet med disse digitale oppgavene var å gi et tilbud til studentene for å bevisstgjøres egen matematiske kompetanse på en økonomisk måte for forelesere. Det var derfor både lav risiko ved å delta, men også lavt potensial for umiddelbar ytre belønning i denne selvtestsituasjonen, mens potensialet for langsiktig ytre belønning gjennom bevisstgjøring av egenkompetanse ville være til stede (Gagne & Deci, 2005). Tilbud om slike øvingsoppgaver vil forhåpentligvis gi en god effekt mot eksamen, da slike nettbaserte læringsverktøy kan gi positive utslag for faglig motivasjon og faglige prestasjoner (Asarta & Schmidt, 2017; De Witte et al., 2015). Det ble ikke lagt til spillelementer (Sailer et al., 2013) i testen, da den bestod av tradisjonelle oppgaver (Skovsmose, 2003) uten slike motivasjonsforsterkende elementer. Slike spillelementer kan ha positiv effekt på motivasjon, men negativ effekt på resultat (Dolonen & Kluge, 2014). Vi ønsker derfor å undersøke følgende forskningsspørsmål:

*På hvilke måter blir lærerstudenters motivasjon påvirket av tilbud om tradisjonelle digitale øvingsoppgaver i matematikk?*

Problemstillingen belyses gjennom testresultater, deltakingsprosent og intervju av deltakere.

## 2 TEORI

I denne studien benyttet vi oss av det online vurderingssystemet STACK (System for Teaching and Assessment using a Computer Algebra Kernel<sup>1</sup>). STACK er utviklet for formativ vurdering i matematikk, det er nettbasert, og interaksjonen skjer utelukkende mellom studenten og programmet (Sangwin, 2013). Det er lærere som designer oppgaver i STACK, og man kan lage utallige former for oppgaver med ulike muligheter for å tilpasse tilbakemeldinger til studentene. I STACK må

---

<sup>1</sup> <https://stack-assessment.org/>



studentene avgi svaret som et matematisk uttrykk. Programmet tar høyde for matematisk ekvivalente uttrykk.

Matematikkoppgaver er i denne sammenheng definert som ethvert matematisk problem, som kan bli løst innen rimelig tidsbruk av studenter (Serpinska, 2004). Matematikkoppgaver blir gitt av forelesere til studenter, og det forventes at det er noe studentene skal gjøre. I denne studien har vi benyttet oss av digitale øvingsoppgaver, og det legges vekt på at det er oppgaver som studentene skal bruke til å øve på noen ferdigheter, ved å ta i bruk et digitalt verktøy. Oppgavene var av tradisjonell art, der det var forventet et riktig svar på et gitt spørsmål (Skovsmose, 2013).

Motivasjon kan ses på en deltakers vilje, ønske og behov for å delta i en aktivitet (Bonia et al., 2019). Videre kan vi dele motivasjonsbegrepet inn i indre og ytre motivasjon, der indre motivasjon kobles til deltakerens ønske om å delta i aktiviteten, da aktiviteten i seg selv oppleves interessant. Ytre motivasjon relateres til ønsket om å delta i en aktivitet på grunnlag av belønningsfaktorer utenfor selve aktiviteten, som for eksempel positive tilbakemeldinger fra en annen part (Gagne & Deci, 2005).

De nettbaserte oppgavene brukt i denne studien er i utgangspunktet ikke koblet til spillelementer, men slike elementer kan opprettes av deltakeren selv dersom hen identifiserer elementer som spillbaserte. Eksempler på elementer som kan koples til spill er: poeng, merker, oversikt over ledere og deltakere, framdriftsrapport, meningsfulle historier og avatarer (Sailer et al., 2013). Slike spillelementer kan være knyttet til både behavioristiske og kognitive læringssyn ut fra hvilket innhold disse har, der særlig belønningselementer vil være av behavioristisk art, og dermed knyttes til ytre motivasjon (Sailer et al., 2013). Whitton (2007) peker på at digitale spill og oppgaver har potensial til å fremme læring dersom de i art er slik at de danner erfaringer, er eksperimentelle, fører til aktive valg, er problembaserte og fremmer samarbeid mellom personer, og da ikke nødvendigvis på grunn av at de er digitale spill og oppgaver, men at de inneholder disse generelt læringsfremmende komponentene. Dolonen og Kluge (2014) argumenterer for at dersom matematikklæringsprogrammer er av spillkarakter øker motivasjonen til deltakerne, mens dette ikke ser ut til å gjelde for digitale programmer der innholdet oppleves som mer konvensjonelt matematisk oppgavearbeid. Imidlertid ser det ut til at programmer med konvensjonelle oppgaver og matematikkpråk gir bedre læringseffekt enn programmer med mer spillaktig læringsmiljø, da deltakerne ikke ser ut til å kunne overføre spillkonteksten til den faglige konteksten.

### **3 METODE**

Datagrunnlaget i denne studien er basert på deltakingsprosent, studentenes svar fra tre sett med digitale øvingsoppgaver, feltnotater og intervju av deltakerne som deltok på oppgavegjennomføring. Hovedvekten vil ligge på studentenes egne refleksjoner rundt motivasjon med digitale oppgaver.

Analysearbeidet bestod av en konvensjonell innholdsanalyse hvor teksten tilnærmes induktivt, slik at kategorier utvikles ut fra fortolkningen av datamaterialets innhold (Fauskanger & Mosvold, 2014; Hsieh & Shannon, 2005). Begge forskerne leste gjennom transkripsjonene i sin helhet, hver for seg, med begrepene indre og ytre motivasjon som et bakteppe. Etter gjennomlesning ble vurderingene til de to forskerne sammenlignet, der sekvenser som begge identifiserte som knyttet til motivasjon ble behandlet videre. Etter sammenligning av episoder og diskusjoner, endte vi opp med disse kategoriene: svarprosess, umiddelbar tilbakemelding, spillifisering av tilbakemelding og tid.

### **4 RESULTATER**

Gjennom høstsemesteret ble grunnskolelærerstudenter for 1.-7.-utdanningen tilbudt tre øvingssett med digitale oppgaver. Det var totalt 83 studenter i kullet, hvor 32 deltok på første gjennomføring, 8 på andre og 21 på tredje. De gjennomsnittlige resultatene viser omtrent 75% riktige besvarelser på første test og 68% riktige på andre test. Den siste testen bestod av refleksjonsnotater kombinert med svar, og har derfor ikke blitt vurdert på samme måte. I den følgende seksjonen vil vi presentere funn som er relatert til motivasjonsbegrepet.

#### **4.1 Svarprosess**

Analyseprosessen viser at flere studenter peker på måten de avgir svar på som en faktor som påvirker motivasjonen. I de gitte øvingsoppgavene var det kun svaret til studentene som ble vurdert, og ikke

arbeidsprosessen med å komme frem til svaret. Student 2 sier: “på PC-en står det jo bare det at jeg har feil svar, men hvis du hadde sett utregningen min så hadde det jo vist at jeg har mer rett egentlig”. Student 4 forklarer: “hvis dette var skriftlig oppgave så hadde jeg skrevet det under også, men her får du jo bare fylle inn ehm..i det lille feltet liksom”. Student 9 skulle også ønske at det var mulig å levere inn kladdemarket i etterkant, slik at den som vurderte kunne se om prosessen til studenten var riktig eller gal. Student 5 forklarer at hen skulle ønske det gikk an å få delvis riktig på oppgavene, spesielt når man er i en øvingsfase, slik denne situasjonen var ment å være.

Studentene kommenterer altså at de skulle ønske de kunne fått noen poeng for delvis riktige svar, og at det oppleves som at arbeidsprosessen ikke har noe uttelling, da det bare er svaret som er avgjørende. Dette er noe studentene selv forklarer kan påvirke motivasjonen negativt.

#### **4.2 Umiddelbar tilbakemelding**

Settene med øvingsoppgaver var designet på en slik måte at studentene fikk umiddelbar respons etter hver oppgave. Student 2 kommenterer at det var bra med tilbakemeldinger etter hver oppgave, fordi da ble det gitt en forklaring på hva som var riktig eller galt umiddelbart etter at svaret på oppgaven ble avgitt.

Jeg hadde likt å få de på slutten liksom, etter at man har levert inn og ikke kunne sjekke underveis, men sende inn på slutten. Også få liksom, få liksom den lista, som vi gjorde, om hvilken poengsum du fikk, også kan man gå inn på oppgaven du har fått feil på for å få en forklaring liksom, og få en forklaring, en sånn fasit-aktig. Det synes jeg er nyttig, for da liksom, ehm., da dreper du ikke motivasjonen underveis. Men det er også vanskelig med tanke på at da er du ferdig, skal du liksom gidde å lese gjennom fasiten på en måte (Student 4).

Her kommenterer student 4 både fordeler og ulemper med å få umiddelbar respons. For denne studenten vil motivasjonen bli påvirket negativt dersom man får flere gale svar, og får beskjed om dette med en gang, da det vil påvirke studentens videre arbeid med et oppgavesett.

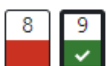
Men det kan være stressende hvis man vet at man har så og så mange feil eller rett. Men nå visste vi jo at det ikke hadde noe å si da. Men det er jo greit å vite hva man har gjort feil heller, så kanskje man husker det til neste gang (Student 5).

Denne studenten forklarer også at det kan oppleves som stressende dersom man får flere gale svar på rad, noe som igjen kan påvirke motivasjonen underveis i oppgavesettet. Student 5 fortsetter med å forklare: “jeg husker bare at jeg var veldig irritert etter den oppgaven som var lett som jeg gjorde feil, at jeg kanskje ble litt demotivert.” Her eksemplifiserer studenten at umiddelbar respons kan påvirke motivasjonen for resten av oppgavesettet, dersom man har fått feil på en oppgave som man i utgangspunktet skulle kunne.

Student 6 forklarer også at hen ble påvirket av å vite om oppgaven var løst riktig eller galt underveis, dersom svaret var feil. Studenten forklarer at ved flere gale svar på rad, så ble hen oppgitt og ønsket bare å svare kjapt for å komme gjennom. Studentene har fokus på at umiddelbar tilbakemelding ved feil svar kan påvirke motivasjonen negativt. Det er derimot ikke noen som påpeker det motsatte, at man blir motiverte av å få beskjed om at oppgaven er løst riktig.

#### **4.3 Design av oppgaver/spillifisering**

Øvingsoppgavene inneholdt, som tidligere nevnt, umiddelbar respons, og i tillegg fikk studentene opp røde ruter, dersom svaret var galt og grønne ruter dersom svaret var riktig.



Figur 1. Viser hvordan studentene får beskjed om oppgaven er riktig eller gal.

Student 4 kommenterte dette på følgende måte:

Jeg synes det var litt demotiverende måte å jobbe på. ehm..for jeg merket at når jeg fikk "kryss" så fikk jeg mer lyst til å starte på nytt med hele oppgaven enn å fortsette (...) og da når jeg liksom fikk 3 kryss på rad (feil svar) så bare..nå forter jeg meg bare gjennom så gjør jeg det

bedre neste gang..ble liksom følelsen jeg satt igjen med da. og det kom ganske tidlig, for jeg begynte jo å få feil på oppgave 7 eller 8 eller noe da..så en oppgave som jeg tenkte det her er ikke så mange oppgaver, men så tenkte jeg, nå ble det kjedelig..å er det langt igjen liksom.. så gikk det heldigvis litt opp igjen ja..men jeg tror det hadde vært sykt demotiverende å få vite liksom svarene dine hele veien hvis du har mye feil da (Student 4).

Student 2 opplevde å få noen røde ruter, altså gale svar, etter den første gjennomføringen. Hen forklarte i etterkant at dette føltes demotiverende og gav en følelse av stress og frustrasjon. Dette var spesielt fordi nivået på oppgavene ikke var særlig høyt, og studenten følte at hen burde klart alle oppgaven. Derimot, fikk hen alt riktig i øvingssett to, og det var veldig viktig for denne studenten å vise til forskerne at nå hadde hen klart en grønn “streak”, altså bare grønne ruter på rad.

Student 4 sier:” Da fikk jeg litt sånn der, så fort det er på PC og man får det sånn \*dææ\* (mener feil svar rett i ansiktet) sånn tommel opp eller ned, så føles det litt som et spill sant.” Denne studenten forklarer at måten man får svar på om oppgaven er riktig eller gal gjør at det oppleves som et spill.

Student 8 kommenterer at hen ikke hadde så mange feil, og la derfor ikke merke til de grønne eller røde rutene. Likevel kommenterte studenten at dersom situasjonen hadde vært motsatt, og hen hadde fått mange feil, så ville det nok påvirket motivasjonen i negativ retning. Man kan se at studentene legger til spillelementer inn i oppgavene. Blant annet med å bruke ordet “streak” og sier at det oppleves som et spill når man får grønne/røde ruter etter avgitt svar.

Et annet element av spillifisering blir forklart på denne måten:

Det med at du kunne sjekke svaret etter hver oppgave gjorde at altså, du trykke på den med en gang (...) du får liksom lyst å trykke på den for å se om du har rett istedenfor å faktisk liksom, ja, gå gjennom å se om det faktisk er rett (Student 2).

Det kan derfor virke som om lysten til å trykke på knappen og sjekke svaret, veier mer enn å bruke tid på å løse matematikkoppgaven korrekt.

#### **4.4 Tid**

Ytre faktorer som påvirker motivasjonen til studentene i denne undersøkelsen, er tid. Student 2: “hvis det hadde vært en prøve-prøve så hadde jeg jo uansett gått gjennom for å sjekke”. Student 5 kommenterer også at hen hadde noen slurvefeil, som kunne vært unngått dersom hen tok tid til å sjekke gjennom svaret. Student 6 påpeker at selv om dette ikke var en betydningsfull test, så ønsket hen å ha alt riktig for sin egen del. Student 6 fortsetter med å forklare at man bruker ofte PC og mobil, og da går ting litt fort, det er for eksempel ikke så mange som bryr seg om skrivefeil i en melding. Siden dette var en prøve som ikke hadde innvirkning på karakteren, påvirker dette arbeidsmåten og tilnærming studentene har. De regner fort, og ikke så nøye, for å bli fort ferdige og få se resultatet.

## **5 DISKUSJON OG KONKLUSJON**

Det er generelt liten deltakelse i de tilbudte digitale oppgavene, og denne deltakelsen er synkende i løpet av semesteret. Dette kan muligens relateres til mangelen av “stake”, da tellende resultater kan kobles til en ytre motivasjonsfaktor, og mangelen av en slik vurderingsbelønning ikke vil trigge en slik belønningsmotivasjon. Imidlertid kan oppgangen i deltaker fra test 2 til test 3 forklares med nærhet til eksamen, og at en da ser nytteverdi i å bevisstgjøre egen kompetanse. De fleste oppgavene som ble tilbudt studentene er av en tradisjonell art, som ikke utfordrer studentenes kreativitet og undring. Dette henger sammen med at oppgavene skal bevisstgjøre studentene om deres egen forkunnskap som grunnlag for å tilegne seg aktuelt fagstoff. Ingen av intervjuobjektene peker på at noen av disse tradisjonelle oppgavene opplevdes interessante, og dermed vil de bare oppleves ytre motiverende. (Bonia et al., 2019; Gagne & Deci, 2005). Dersom oppgaver bare oppleves som ytre motiverende er de heller ikke så egnet for videre læring som oppgaver som trigger den indre motivasjonen (Whitton, 2007).

Den umiddelbare tilbakemeldingen i hver enkeltoppgave ser ut til å påvirke studentenes motivasjon, da flere studenter peker på at de søker positive oppgavetilbakemeldinger på rad (“streaks”), mens hyppige negative tilbakemeldinger på rad fører til at studentene gir opp og haster gjennom resterende oppgaver i oppgavesettet. Behovet for en hurtig tilbakemelding påvirker studentenes tankearbeid, da hastige

beslutninger blir tatt for å utløse tilbakemelding. En slik respons kan kobles til spillelementet i slike oppgaver, da det gis hurtig belønning/straff gjennom den umiddelbare vurderingen av rett/feil. Et slikt poengbasert spillelement blir koblet til et behavioristisk læringssyn (Sailer et al., 2013). Dolonen & Kluge (2014) peker på at et slikt spillelement kan påvirke motivasjonen, og som i deres funn ser det ut til at spillelementet har en negativ effekt, da det fører til mer risikotaking og mindre overveide avgjørelser. Da dette elementet er behavioristisk i art kan det argumenteres for at denne motivasjonen vil være ytre påvirket (Sailer et al., 2013). Det er påfallende at studentene selv spillifiserer oppgavene, da det ikke er andre element enn antall rett/feil på rad som kan identifiseres som spillelement i denne konteksten (Sailer et al., 2013).

Generelt kan det virke som om tilbudet om digitale oppgaver opplevdes lite motiverende grunnet mangelen av ytre belønning i form av tellende vurdering. Dette elementet vil imidlertid ikke kunne relateres spesifikt til digitale oppgaver. Det som imidlertid kan knyttes til de digitale oppgavene er den umiddelbare responsen deltakerne mottok om rett/galt, da man kan se en tendens til et hastigere, mindre veloverveide beslutninger i de resterende oppgavene, særlig dersom det oppstod negative resultat underveis. Vi noterer oss at studentenes egen spillifisering av oppgavene ser ut til å påvirke kvaliteten på arbeidet negativt, samtidig som det vanskelig kan ses at denne spillifisering virker positivt engasjerende. Vi finner det påfallende at spillifiseringen opprettes av studenten selv, og det kan se ut som en slik umiddelbar tilbakemelding i verste fall er negativ for studenters arbeidsinnsats og motivasjon. Det vil derfor være interessant å undersøke videre hvordan ulike spillelementer kan påvirke innsats og motivasjon.

### REFERANSER

- Bomia, L., Beluzo, L., Demeester, D., Elander, K., Johnson, M. & Sheldon, B. (1997). The impact of teaching strategies on intrinsic motivation. Champaign, IL: ERIC Clearinghouse on Elementary and Early Childhood
- Dolonen, J. A. & Kluge, A. (2015). Algebra Learning through Digital Gaming in School, In Lindwall, O., Häkkinen, T., Koschman, T., Tchounikine, P. & Ludvigsen, S. R. (ed.), *Exploring the Material Conditions of Learning: The Computer Supported Collaborative Learning (CSCL)*. Vol. 1, s. 252 - 260. International Society of the Learning Sciences.
- Fauskanger, J. & Mosvold, R. (2014). Innholdsanalysens muligheter i utdanningsforskning. *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 98(2), 127-139
- Gagné, M. & Deci, E. L. (2005). Self-determination theory and work motivation. *Journal of Organizational Behavior*, 26(4), 331–362.
- González-Gómez, D., & Jeong, J. S. (2020). Examining the Effect of an Online Formative Assessment Tool (OFAT) of Students' Motivation and Achievement for a University Science Education. *Journal of Baltic Science Education*, 19(3), 401-414.
- Higgins, K., Huscroft-D'Angelo, J., & Crawford, L. (2019). Effects of technology in mathematics on achievement, motivation, and attitude: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 57(2), 283-319.
- Hsieh, H.-F. & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15 (9), 1277–1288.
- Sailer, M., Hense, J., Mandl, H., & Klevers, M. (2013). Psychological perspectives on motivation through gamification. *Interaction Design and Architecture(s) Journal*, 19, 28-37.
- Sangwin, C. (2013). Computer aided assessment of mathematics, OUP Oxford.
- Sierpinska, A. (2004). Research in mathematics education through a keyhole: Task problematization. *For the learning of mathematics*, 24(2), 7-15.
- Skovsmose, O. (2003). Undersøgelseslandskaper. I O. Skovsmose og M. Blomhøj (red.), Kan det virkelig passe? - om matematikklæring (s. 143-157). København: L&R Uddannelse.
- Star, J. R., Chen, J. A., Taylor, M. W., Durkin, K., Dede, C., & Chao, T. (2014). Studying technology-based strategies for enhancing motivation in mathematics. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 1-19.
- Viberg, O., Grönlund, Å., & Andersson, A. (2020). Integrating digital technology in mathematics education: a Swedish case study. *Interactive Learning Environments*, 1-12.
- Whitton, N. (2007). Motivation and computer game based learning. In *ICT: Providing choices for learners and learning*. Proceedings ascilite, Singapore

# Community based digital teaching

O. Jetlund\*, and S. Antonsen

Department of Mechanical, Electronics and Chemical Engineering, OsloMet - Oslo Metropolitan University. \*Corresponding author: jetlund@oslomet.no

**ABSTRACT:** A common approach to digital teaching is to mimic the classical lecturing in a physical classroom. There are limits to how successful this approach might be in helping students to reach the learning outcomes. However, presenting information on digital platforms have been professionalized by youtubers interacting with internet communities. For two of our courses in electronics we have adapted techniques and methods commonly used by popular youtubers. This has resulted in extremely satisfied students. It is easier to see which learning outcomes are met. It has also increased the amount of communication compared to physical teaching, both between lecturer and students, and among the students themselves.

**KEYWORDS:** Community based, Digital teaching, Discord, YouTube

## 1 INTRODUCTION

In her book “Rethinking university teaching”, Diana Laurillard asked “why aren’t the lectures scrapped as teaching method” (Laurillard, 2002). The traditional lecture in a classroom is still common in universities, despite often being criticized for being a passive form of teaching (Pettersen, 2005).

According to Brown and Atkins, the lecture has three main intentions (Atkins & Brown, 2002): 1) Present information on the given topic. 2) Contribute to students understanding of the topic. 3) Motivate students and stimulate their interest in the given topic. Pettersen (2005) is questioning whether these three intentions are fulfilled in most lectures. Still, in lectures at campus, the lecturer can detect whether the students understand the material, it allows for interaction between students and teacher, and it makes it easier to adapt a course to the needs of the students.

Lecture as part of digital teaching, or distance teaching, has been known for a long time, and investigated by several. Mottet investigated the use of distance teaching via relationships between instructors' perceptions of students' nonverbal responsiveness and the influence of this on the teaching (Mottet, 2000). The study showed that teachers get insufficient non-verbal response, and that they are unable to interpret students' reactions adequately. When teachers were given the choice between distance teaching and traditional classroom, teachers indicated a significant preference for the traditional classroom. (Mottet, 2000).

However, during the early parts of the covid-19 lockdown, most university teachers had no choice. Little time to prepare for new circumstances led to many challenges. Most instructors did their best to transform their face-to-face teaching into a digital classroom. This proved to come with several challenges (Mseleku, 2020). Mottet (2000) wrote that “*Instructors need to understand that it may be impossible for them to replicate or control the responsiveness found in the traditional face-to-face classroom...*”.

The two courses discussed in this paper were taught using the traditional lecture approach before the pandemic. The first course, Electric Circuits, is taught to approximately 200 students each fall in study programmes in electronics and mechanical engineering at OsloMet. The second course, Electronics, is taught to students from electronics study program in the spring semester. Both courses are quite mathematical in their nature. Thus, besides lectures there is a heavy focus on students working with exercises and mathematical problems.

## 2 OUR FIRST APPROACHES TO DIGITAL TEACHING

As most lecturers during the pandemic, we were faced with sudden need to change our teaching from one day to the next from campus teaching to digital platforms. The first few lectures were recorded in

front of a small whiteboard and uploaded to our LMS, Canvas. Canvas was also used for teacher-student communication in addition to email and direct text messages. As far as we can see, the only benefit in this approach was the possibility of editing videos before their release. The reaction from the students were mixed. They missed the interaction with the lecturer during the physical lectures. The lecturer being available via email, LMS etc was not a sufficient replacement.

This was soon replaced with Zoom lectures, with a pen display to replace the whiteboard. The first problem we encountered was to make students interact and respond on Zoom when the lecturer asked questions, and that most students did not turn the camera on. Thus, the lecturer lectured to a blank screen, as also reported by others, both colleagues and in literature (e.g., see (Stafford, 2020)). On this topic, Leung *et al.* (2021) wrote “*When cameras are off, teachers are deprived of the visual cues which ordinarily give an indication of students’ attention and understanding*”.

However, we were obviously not pleased with this teaching, and wanted to improve it. The lecturer therefore decided to find a better approach to digital teaching with the following requirements:

- Lectures must be live, and subsequently available online as recordings
- Improved communication during and between lectures, especially between students themselves.

As shown in previous work by us (Antonsen *et al.*, 2022; Stenstrøm *et al.*, 2021), we want to help students find their intrinsic motivation by giving them autonomy (self-determination), competence and belonging as described by Ryan and Deci (2017). We assumed that part of the problem with the early approaches was to make students feel belonging and safety in the class in a digital classroom. This is also described by Vaughan (Vaughan, 2019), who is in turn referring to Maslow (1943).

Also, feedback from students indicate that most of them are used to learning via the internet, and they have certain expectations from a university teacher when it comes to technical quality of the teaching material. As these early approaches were not pleasing the students’ expectations, we decided to investigate what the internet communities have in common, and how they manage to make the members feel that they belong to the communities.

### 3 LEARNING FROM INTERNET COMMUNITIES

Presenting information on digital platforms have been professionalized by presenters of content on internet. We wanted to investigate youtubers, as students often tell us that they already use different YouTube-channels as supplement to the university teaching.

The success of a youtuber can be measured by number of followers, number of views on the content, but also on their ability to build an active internet community. These communities are often focused on a specific topic e.g., a software, a game, or a field such as programming or graphic design, history, music etc. Regardless of the topics, there are similarities between the successful communities that arise around a popular youtuber.

We have investigated several youtubers and their communities, e.g., [History Matters](#), [Codemy.com](#), [Imphernzia](#), [Grant Abbit](#), [Daggerwin](#), in order to answer a set of questions: What software and presenting techniques are used to present information? How do the mediators interact with their community? How do the community interact with each other?

Imphernzia, a Swedish game and asset developer, and creator of the game [Line War](#), is a great example we will use in this presentation His community consist of 260k followers on YouTube, and an active Discord community with more than 7000 active users. His success as a fast-growing youtuber, the highly technical content of his videos, and his online personality makes him a great example to learn from.

In the following sections we will present some of the common features found between the youtubers. The list is by no means complete, but contains the features that was adapted to our university teaching.

#### 3.1 Content quality:

Making videos looking professional seems to be a major key in succeeding in digital content creation. This is not surprising, as there are tons of content online. Most popular youtubers have videos and streams of quite high quality in both audio and video. High quality video requires a good camera and good lighting. High quality audio requires high quality audio equipment.



### 3.2 Identity, catchphrases, and namedropping

Popular internet presenters also have a likeable and recognizable style. As they are often competing with tons of other youtubers, they often use catch phrases that people recognize easily.

“Namedropping” is a term used to describe how a youtuber can mention e.g., a very active member of the community in a video or live stream. Sharing popularity in such a way helps building stronger communities and increase user interaction. Using students’ name is also known to make students more attentive during lectures, claims e.g., by Frymier (1994).

### 3.3 Communication platform

Youtubers commonly use Discord servers for their communities. Content that is usually shared with students on LMS platforms can be shared and stored directly on a Discord server. A discord server is organized with categories and channels. With free apps for desktop and mobile it is an extremely fast communication platform.

One of the keys to a successful community, seems to be communication. Persson is a good example as he is very visible to the community (both on YouTube and discord). After a suggestion from us, he made a video on drawing electric circuits in the 3D modelling tool Blender for one of his weekly premiers (see figure 1). This video also screened part of one of our lectures in Electric Circuits (Imphenzia, 2022).

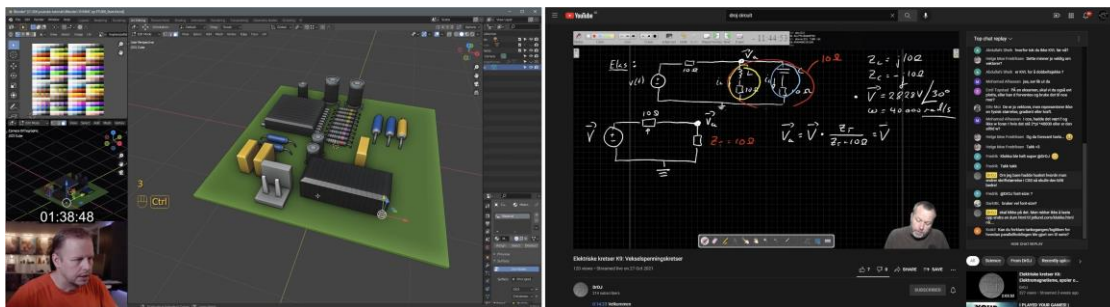


Figure 1. Screenshots from Imphenzias video on drawing an electric circuit. On the left: Imphenzia (Stefan Persson) during the tutorial part of the video. On the right: Screening of one of our lectures in electric circuits as part of the introductory part of the video.

### 3.4 Releasing lectures on YouTube

Releasing content on YouTube is free. The quality of audio and video with low latency is comparable to codecs used in production for television. Thus, YouTube has become the video platform of choice for most communities. There are three main methods of releasing content on YouTube:

1. Uploading videos. Viewers can comment on videos.
2. Premiering videos. A live chat is available next to video when it premieres.
3. Streaming live. In the live chat next to the video window the users can ask questions.

Especially the third, increases the possibilities of interaction between presenter and viewer. However, streaming live content requires some sort of streaming software.

Youtubers use streaming software such as Open Broadcaster Software (OBS) because it connects directly to YouTube streaming servers, the ability to set up multiple scenes, screen capturing, and because of the live video editing features. Videos and live streams can be set up using included media such as video and audio in a professional manner much like the production of a television news show.

## 4 A COMMUNITY BASED APPROACH FOR UNIVERSITY COURSES

### 4.1 Adapting lectures to YouTube

The final approach used to teach the two courses online ended up mimicking very much of tools and techniques employed by youtubers. The lecturer ended up building a small studio in his home with a PC for streaming, video camera, pen display, a strong lamp, and a PC-microphone. All software used

were free to download and use. Subsequently, the first lectures were streamed live on YouTube. All live streams were streamed publicly and made available to rewatch on YouTube.

The lack of interaction in the previous approaches was solved. Students can choose their own username on both Discord and YouTube. This reduced the mental threshold for engaging in discussions both in open channels and in the chat during the live streams. It also made it tremendously more inviting for the students to ask the lecturer questions directly. Since Discord is available on all platforms the lecturer reduced response time from hours (questions asked in email and on Canvas) to minutes (questions asked on Discord) and to seconds for questions asked during a live lecture.

It took only a few attempts to master the technical aspects of digital teaching and the students feedback continued to be solely positive. Such feedback was a boost to the lectures confidence and made for quite a comfortable teaching situation.

Albeit, now having a more active group of students than previously in physical lectures there was still a lack of information regarding the progress of the entire student group. It was therefore important to keep building a stronger community with the students.

### **4.2 Improvements**

Video quality depends on the camera used, but also on good lighting using multiple light sources. Audio quality depends on the audio equipment and good placement of the microphone. Green screen recordings remove distracting items in the background and background noise in a video. Thus, the following improvements and additions were made:

- High quality microphone and a usb sound card
- Multiple light sources
- Green screen

The YouTube channel of the lectures in electric circuits and electronics and the community was eventually branded as DrOJ-Electronics with its own logo. Testing out community building techniques such as namedropping and using a catch phrase at the end of each lecture also got great feedback.

Making the extra effort to create professional looking video and audio for the students was highly appreciated. The students shared links to the videos and the YouTube channel to students at other universities. This increased the community from a handful of subscribers to several hundred on both YouTube and discord, while the courses themselves had approximately 200 students. More importantly than the growth, the community became increasingly active with members discussing and asking questions.

Post pandemic, the discord community is still very active. There are members from multiple study programmes, and universities. The lecturer still uses this platform to share lecture notes, solutions to exercises, and upon requests more details on specific topics. Hobby projects that include electronics are also often discussed on the server.

Since the server has been used for over three years there are both current and previous students, as well as alumni present that are active. The server is open for all and still growing in number of active members. Thus, it has become a digital community on electronics.

## **5 RESULTS FROM STUDENT EVALUATIONS AND FEEDBACK**

Students were very positive, especially about the discord server and the communication during the lecture. One student said: "[I] like the interaction between the lecturer and the students." Another student said: "Digital teaching is good when it works. In this subject it has worked very well."

Evaluating the quality of teaching in a course quantitatively is difficult. Feedback from students during a semester may of course improve quantitative metrics. Thus, results are impacted by how students and lecturer communicate. Student evaluation of the course, after the teaching has ended, is our only source of qualitative data. In the student evaluation, the students' satisfaction is graded on a scale from 1 to 5, the latter being most satisfied.



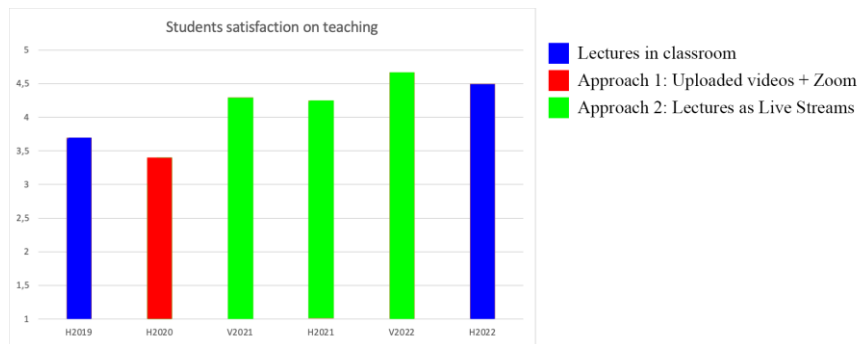


Figure 2. Student satisfaction based upon student evaluation forms. There is no data from spring 202 as none of the courses were taught.

The results from the last six years, shown in table 1, shows that the first attempt of doing digital teaching by uploading videos, and traditional lectures on Zoom reduced the students' satisfaction score. Lectures in classroom before the pandemic had an average overall score of 3.7 (blue column on the left) and the first attempt in digital teaching reduced this to 3.4 (red column). This result may be affected by the fact that it was difficult for the teacher to get feedback from the student group during the semester.

Employing the new approach with communication on Discord and Live Streaming lectures on YouTube resulted in a significant overall improvement of the score. After campus lectures were allowed in the fall semester of 2022, the score stayed higher than before the lockdowns. This might be caused by the continued use of Discord and community building, and by the fact that the previous years' lecture videos are still available.

## 6 CONCLUDING REMARKS

The first attempt of digital teaching attempted to do traditional teaching on digital platforms. Communication was slow. The learning environment suffered, as neither the lecturer nor the students were comfortable in the situation.

After learning from popular youtubers we adapted common techniques and tools. This immediately resulted in a good learning environment. In fact, from the results it seems that by this attempt the score is much higher than it was even before the pandemic.

We are now returning to traditional classroom lectures. It is evidently important to build on our experiences and the digital resources and techniques, such as supplementary videos, community building, and software solutions such as Discord, to continue improving the teaching in the future

## 7 REFERENCES:

- Antonsen, S. G., Helèn Godager, L., Elisabeth Jensen, L., & Stenstrøm, Y. (2022). Økt mestringstro og motivasjon hos masterstudenter. *Uniped*, 45(2), 153-164.
- Atkins, M., & Brown, G. (2002). *Effective teaching in higher education*. Routledge.
- Frymier, A. B. (1994). A model of immediacy in the classroom. *Communication Quarterly*, 42(2), 133-144.
- Imphenzia. (2022). *Let's model a CIRCUIT BOARD in 10 MINUTES - Ep 97 - Blender 2.93*. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=2SjLgZ-mQXY&t=607s>,
- Laurillard, D. (2002). *Rethinking university teaching: A conversational framework for the effective use of learning technologies*. Routledge.
- Leung, H. T. T., Bruce, H., & Korszun, A. (2021). To see or not to see: Should medical educators require students to turn on cameras in online teaching. *Med. Teach*, 43, 1099.
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50, 370-396. <https://doi.org/10.1037/h0054346>
- Mottet, T. P. (2000). Interactive television instructors' perceptions of students' nonverbal responsiveness and their influence on distance teaching. *Communication Education*, 49(2), 146-164.

- Mseleku, Z. (2020). A literature review of E-learning and E-teaching in the era of Covid-19 pandemic. *SAGE*, 57(52), 588-597.
- Pettersen, R. C. (2005). *Kvalitetslæring i høgere utdanning : innføring i problem- og praksisbasert didaktikk*. Universitetsforl.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). *Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. Guilford Publications.
- Stafford, V. (2020). EdTech review: Teaching through Zoom—what we've learned as new online educators. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 3(2), 150-153.
- Stenstrøm, Y., Antonsen, S., Osmani, D., Gravdahl, A., Stenstrøm, H. Ø., & Samuelsen, M. (2021). Hvordan kan man best nå ut til både motiverte og umotiverte studenter på grunnkurs i kjemi? *Nordic Journal of STEM Education*, 5(1).
- Vaughan, B. (2019). *Successful Online Communities Address The Primal Urge To Belong*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/benjaminvaughan/2019/10/18/online-communities-and-the-primal-urge-to-belong/?sh=93c53001f3ac>

# Are STEM students at bachelor level prepared? – A survey of programming use and usefulness

S. Taha, H. L. Huru and E. Pedersen, *Fakultet for naturvitenskap og teknologi, UiT Norges arktiske universitet*

**ABSTRACT:** Society is constantly evolving, which requires the educational institutions to keep up and prepare the students for skills, knowledge and competence that will be relevant both today and in the future. Computational thinking and programming are seen as central knowledge for acquiring knowledge of how digital technology works. Such knowledge will have an impact on the development of a digital society. Both in Norway and internationally programming is promoted in schools. This trend is reflected in higher education in recent years. Through a survey at the Faculty of Science and Technology at UiT the Arctic University of Norway, we investigate how students reported use of programming in their current subjects and their view on usefulness in their study field, discipline, further studies and future profession. In this paper we focus on differences at master and bachelor level. We found that the use increased with years of study and that the use was different in the different fields of study. We have investigated potential confounding effects of gender and differences in study programs with respect to the two groups bachelor and master students. Our results further show that bachelor-level students see programming as less useful than master students, indicating that the students early on are not cognizant of the increased focus on programming that awaits them in further studies and work, but that this is something they become more aware of later in their studies. The results can help us as STEM educators to further improve the implementation of programming in our study programs. The question we ask ourselves is: Are we as educators preparing the students for the future and the increased focus on programming we see in society as a whole?

## 1 INTRODUCTION

We constantly read and hear that today's students will probably work in jobs that do not yet exist. This development means that the focus must be on skills, knowledge and competence that will be relevant today and in the future. Society is constantly evolving, which requires educational institutions to keep up with this change. To prepare today's young people for a future we do not yet know what to expect of, various measures have been initiated. The expert group of the Norwegian Directorate for Education and Training stated in a report published in 2016 that technology and programming should become a practical subject in basic education [1]. Computational thinking [2] and programming are seen as central knowledge for acquiring knowledge of how digital technology works. Such knowledge will have an impact on the development of a digital society.

Internationally in recent years, a movement has emerged to promote programming in schools. A website named Code.org was launched back in 2013, where they believed "(...) every student in every school should have the opportunity to learn computer science" [3]. This website has among other things been supported by many big IT companies such as Google, Microsoft, Amazon and Facebook. What we see happening in schools has also become a trend that is reflected in higher education in recent years. At Faculty of Science and Technology at UiT – The Arctic University of Norway programming has been broadly implemented through a common subject for different fields of study first semester. Having a common programming subject for different fields of study, brings together students and makes a connection between them, which again leads to cooperation and collaborative learning [4]. Students not skilled enough in programming, can through this cooperation get knowledge and make their programming skills stronger together.

In this paper we will present the results of some key questions in a survey on the students' use of programming in study setting, work and leisure time, and their view of usefulness of programming in their current subjects, study field, discipline, further studies, and future profession. More specifically,

we look at differences between master and bachelor level and investigate potential confounding effects of gender and differences in selected study programs.

## 2 METHODS

Through a survey we investigate whether students belonging to the Faculty of Science and Technology at the University of Tromsø, found programming useful in their current subjects, study field, discipline, further studies and future profession. The survey was sent to students at all study programs at the Faculty of Science and Technology, excluding students in computer science, all together 881 individuals. The survey had 170 respondents from 17 study programs of which 114 were bachelor students and 56 master students. Of these did 29% identify as females and 69% as males.

In addition to the survey, interviews were conducted with 5 master students all from the same study program. The interviews were conducted through an informal discussion based around an interview guide designed around the survey. The interviewer took notes during the interview, which have been used for this paper. The interviews have not been controlled for selection bias.

The results of the survey have been analyzed with Microsoft Excel to obtain the mean, standard deviation, and P-value.

## 3 RESULTS

Our first goal is to see if there are different answers from masters and bachelor students on the *use* of programming. The students were given the question “To what extent do you use programming for the following:” and had to check on a number 1-5, 1 being *not at all/never or almost never*, and 5 being *to a great extent/very often* on how much they use programming in a various range of settings. We have chosen 6 settings we report on in this paper: *Produce graphs, illustrations etc.; For statistics; Numerical calculations; For mandatory assignments; Work related (outside your studies); Personal interests/hobby/in leisure time*. Table 1 shows the average and standard deviation from bachelor and master students on these 6 areas where the students might use programming. The critical value (p-value) we get from these two means is 0.01 which tells us that there is a significant difference between the two groups (master and bachelor students).

Table 1: Use of programming for bachelor and master students

To what extent do you use programming for the following:	Bachelor students		Master students	
	Average	SD	Average	SD
<b>Assignments</b>	2.23	1.31	3.75	1.33
<b>Work related</b>	1.22	0.65	2.02	1.25
<b>Leisure time</b>	1.04	1.63	2.06	1.14
<b>Graphs/illustrations</b>	2.34	1.39	3.92	1.27
<b>Statistics</b>	1.96	0.18	3.25	1.26
<b>Numerical calculations</b>	2.39	1.37	3.27	1.41

The results show that master-level students use programming to a greater extent in all areas. This indicates that master students perceive a higher degree of use of programming.

Next, we analyze the answers on how *useful* programming is considered and the difference between master and bachelor students. Again, the students had to score from 1-5, with 1 being the *lowest*, and 5 being the *highest*, five different settings from current coursework to future professional career and field of study in 5 years on the question “How useful do you think programming...”. From Table 2, the difference between the master and bachelor students is evident with the score average is 1.3-1.6 points higher at master level on all five questions.

Table 2 How useful is programming? Answers from bachelor and master students.

How useful do you think programming...	Bachelor students		Master students	
	Average	SD	Average	SD
...is in your current subjects/thesis work?	2,64	2,64	4,26	1,19
...will be for the remainder of your studies?	2,75	2,75	4,12	1,26
...is in your field of study as a whole?	2,93	2,93	4,26	1,15
...will be in your professional career?	2,94	2,94	4,19	1,03
...in 5 years time in your field of study?	3,00	3,00	4,30	1,15

In the follow up interview after the survey of a group of students, the students mentioned that a person without knowledge in mathematics, may run into problems in understanding the code and learn programming. They indicated that the science students specially at master level, often think in mathematics and physics way before starting programming. Therefore, for them, having the background in mathematics and physics have helped to learn programming properly. The students further said programming has made it easier for many of them. The students mention programming is saving them time and work. And their study of field would not have been the same without programming, even if they program in different programming languages every year. Instead of doing things manually, programming is doing the job efficiently with no uncertainty.

Although all study programs have a rather high content of mathematics and physics, some have more than others. To illustrate some of the differences between study programs we have chosen the two field of study with the highest percentage of participation in survey: "Anvendt fysikk og matematikk" and "Energi, klima og miljø". Both are 5 years civil engineering education, would fit well to compare some student perspectives. Both study programs belong to the Department of physics but differ, among other things, on the amount of mathematics and physics courses integrated in the study program. Table 3 shows the average and standard deviation from students belonging to "Anvendt fysikk og matematikk" and "Energi, klima og miljø".

Table 3 Use of programming for two different study programs. The gray markings indicate differences in the average  $>.5$ ,  $>1$  and  $>1.5$ .

<u>Energi, klima og miljø</u>	All		Bachelor students		Master students	
	Average	SD	Average	SD	Average	SD
Assignments	3,46	1,18	3,07	1,14	4,00	1,05
Work related	1,38	0,71	1,14	0,53	1,70	0,82
Leisure time	1,71	1,12	1,64	1,15	1,80	1,14
Graphs/illustrations	3,38	1,44	2,71	1,44	4,30	0,82
Statistics	2,17	1,27	1,43	0,85	3,20	1,03
Numerical calculations	3,21	1,06	3,00	1,11	3,50	0,97
<u>Anvendt fysikk og matematikk</u>	All		Bachelor students		Master students	
	Average	SD	Average	SD	Average	SD
Assignments	4,09	0,92	3,50	0,97	4,58	0,51
Work related	1,95	1,36	1,10	0,32	2,67	1,50
Leisure time	2,50	1,14	2,50	1,27	2,50	1,09
Graphs/illustrations	4,23	0,87	3,80	1,03	4,58	0,51
Statistics	3,73	1,03	3,40	0,97	4,00	1,04
Numerical calculations	3,68	1,21	3,50	1,35	3,83	1,11

We see that students belonging to "Anvendt fysikk og matematikk" has a higher average on using programming for assignments, statistics and graphs/illustrations than "Energi, klima og miljø", and this difference is also noticeable for outside curricular settings (work and leisure). For numerical calculations the trend is the same, but difference in average of less than 0.5. This indicate that students from "Anvendt fysikk og matematikk" find programming more useful for their subjects and study related activity than

the "Energi, klima og miljø". For statistics and numerical calculations, one might expect a higher number for "Anvendt fysikk og matematikk" as this is more central for these students in their subjects. Still the average is clearly higher also for assignments and graphs/illustrations that one could have expected to be of equal importance in both study programs.

From the gray markings in Table 3, we see that the difference is largest for graphs/illustrations and statistics at bachelor level. Statistics has the highest difference in average for the bachelor students, with the difference close to 2 solid points. The students of "Energi, klima og miljø" have the first course in statistics the 4<sup>th</sup> semester, while "Anvendt fysikk og matematikk" have it already second semester. Programming has for many years been integrated in the statistics courses through programming in R, and it is an interesting thought that the range of opportunities for applications of programming in statistics and learning statistics early on could manifest in the difference we see throughout the years of study.

In a follow up interview after the survey of a group of students (all from the same study program), the students mentioned that a person without knowledge in mathematics, may run into problems in understanding the code and learn programming. They indicated that the science students specially at master level, often think in mathematics and physics way before starting programming. Therefore, for them, having the background in mathematics and physics have helped to learn programming properly. The students further said programming has made it easier for many of them. The students mention programming is saving them time and work. And their study of field would not have been the same without programming, even if they program in different programming languages every year. Instead of doing things manually, programming is doing the job efficiently with no uncertainty.

The results of the follow up interview may give some explanation of the results in differences between master and bacheor students and between the two study programs "Anvendt fysikk og matematikk" and "Energi, klima og miljø". Although all study programs have a rather high content of mathematics and physics, some are heavier on this than other, and as indicated it seems that opportunities for using programming in core subjects such as the statistics courses could make a difference. However, further analysis is needed for the remaining study programs to give a more nuanced picture across the range of subjects/study programs.

For science students (outside computer science), we can conclude that programming is more integrated and used than expected. The students use programming mostly for subject related things and the results from the questionnaire show that students find programming efficient for the work related to assignments, statistics, graphs etc. From the interviews it was obvious that the students were happy with having the programming knowledge they have learned through the years at UiT. Computational thinking shows us that when you learn the basics of programming, you often go through the other sciences, such as mathematics, physics and statistics. As a computer science student on the other hand, you do not think much about the mathematical or statistical solutions, but perhaps for students outside computer science there is a difference with a strength in mathematics or statistics when programming. Computational thinking can therefore be more important for students belonging to other science fields of study than computer science.

#### **4 CONCLUSION**

These results indicate that the use and usefulness of programming was different between the master and bachelor students and in the different fields of study. Moreover, we interpret from the results that the basic programming that the students learned during their first semester of study has been of great benefit to most people and over the years of study, and programming has been more useful than expected and increasingly useful and important. There are also indications that more statistics, mathematics and physics in the study programs lead to more use of programming. The explanations for this and to confirm this correlation, further research is need.

The results can help us as STEM educators on how to further improve the implementation of programming in our study programs. With computational thinking and programming expected to be a central knowledge for society and our student's future profession, sufficient knowledge and skills in programming are crucial. This goes hand in hand with motivating our students through increased level of felt relevance in the study programs and all courses, such as mathematics, physics and chemistry, and

providing them with understanding of the need and relevance for programming skills in their future professions. We believe this can be met through increased collaborative learning and increased interaction and intentional development of programming across courses and year of studies.

Our results show that bachelor-level students see programming as less useful than master students, indicating that the students are not cognizant of the increased focus on programming that awaits them in further studies and work

Further analysis and research are needed to answer if we as educators sufficiently prepare students for the future. For us a key question is whether bachelor-level students realize the focus on programming that awaits them in further studies. Our results indicate that master-level students are more aware of the importance of programming for their field, use programming more, and are more aware of the need for programming skills. The impact of this could be that bachelor level students do not prioritize their programming learning to the extent that is most beneficial to them for their further studies and work.

## REFERENCES

- [1] Sanne, A., Berge, O., Bungum, B., Jørgensen, E. C., Kluge, A., Kristensen, T. E., Mørken, K. M., Svorkmo, A.-G., Voll, L. O. (2016) *Teknologi og programmering for alle*. Utdanningsdirektoratet. <https://www.udir.no/tall-og-forskning/finn-forskning/rapporter/teknologi-og-programmering-for-alle/> (Accessed: 16.05.2021).
- [2] Utdanningsdirektoratet. (2019). Algoritmisk tenkning. Hentet fra: <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/profesjonsfaglig-digital-kompetanse/algoritmisk-tenkning/>
- [3] Senter for IKT i utdanningen (2016). *Programmering i skolen*. <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/profesjonsfaglig-digital-kompetanse/notat-om-programmering-i-skolen/> (Accessed: 07.05.2021).
- [4] Heisawn Jeong & Cindy E. Hmelo-Silver (2016) Seven Affordances of Computer-Supported Collaborative Learning: How to Support Collaborative Learning? How Can Technologies Help?, *Educational Psychologist*, 51:2, 247-265, DOI: 10.1080/00461520.2016.1158654

# IT-utdanningar i Noreg: Arbeidslivsrelevans og «Tilknytning til yrkeslivet» i Studiebarometeret

G. Hansen, G. Sindre, *IDI, NTNU*

**ABSTRAKT:** Mange utdanningar innan IT har høg arbeidslivsrelevans, men skårar likevel berre middels på Studiebarometeret sine spørsmål om «tilknytning til yrkeslivet», og dette kan opplevast som eit paradoks. Denne artikkelen presenterer ein analyse av korleis IT-studieprogram skårar på «tilknytning til yrkeslivet», og i kva grad studieleiarar er opptekne av denne skåren. Dette blir undersøkt gjennom intervju med ein del studieprogramleiarar ved eitt av dei største IT-institutta ved norske universitet. Hovudfunna er at dei fleste IT-program skårar middels, men likevel med ein god del variasjon mellom ulike typar program. Mange studieprogramleiarar er overraska over den lunkne skåren. Dei ser fleire moglege tiltak for å få betre skår, men ikkje alle tiltak blir vurdert som like relevante.

## 1 INNLEIING

Studiebarometeret er ei undersøking som NOKUT gjennomfører kvar haust, der studentar blir bedne om å svare på ei rekkje spørsmål om kor nøgde dei er. Somme av spørsmåla er organisert i indeksar, med 3-5 spørsmål som handlar om same tema, og snittet av desse blir så rekna ut til ein indeksverdi. I denne artikkelen ser vi spesielt på eitt slikt tema, nemleg «Tilknytning til yrkeslivet», der det er 5 spørsmål. Ein del studieprogram innan IT har hatt lågare skår enn ein ville tru på dette, jamvel om arbeidsmarknaden innan IT stort sett har vore svært bra det siste tiåret. I denne artikkelen ser vi på følgjande forskingsspørsmål: **(Fsp1)** Korleis scorar IT-studieprogram i norsk høgare utdanning på Studiebarometeret sine spørsmål om tilknytning til yrkeslivet? **(Fsp 2)** I kva grad er studieleieing opptatt av å oppnå betre score på spørsmåla om tilknytning til yrkeslivet? Resten av artikkelen er strukturert slik: Seksjon 2 presenterer bakgrunn og relatert forskning. Seksjon 3 forklarar metoden som blei brukt. Seksjon 4 presenterer resultat, Til slutt gir seksjon 5 ein kort diskusjon og konklusjon.

## 2 BAKGRUNN OG RELATERT FORSKING

Tilknytning til yrkeslivet utgjer berre ein mindre del av Studiebarometeret totalt sett. Det er 5 spørsmål, innleia med teksten «*Her ønskjer vi at du tenkjer på den informasjonen og dei moglegheitene du får via både studieprogrammet ditt og andre aktørar på institusjonen, som til dømes karrieresenter og studentforeiningar.*» Spørsmåla har svar på skalaen 1-5 (svært usamd -> svært samd), og er som følgjer (merkelappen i parentes ikkje del av spørsmålet, berre for vidare referanse):

1. **(Bruk)** Eg får god informasjon om korleis min kompetanse kan brukast i arbeidslivet
2. **(Bransje)** Eg får god informasjon om kva yrke/bransjar som er relevante for meg
3. **(Formidle)** Eg får innføring i korleis eg kan formidle mi eiga kompetanse til potensielle arbeidsgivarar
4. **(Bidrar)** Representantar for arbeidslivet er involvert i undervisinga (t.d. som gjesteforelesarar / kurshaldarar)
5. **(Prosjekt)** Det er moglegheit for å jobbe med prosjekt / oppgåver i samarbeid med arbeidslivet

NOKUT-rapporten (Bakken et al., 2022) viser at studium med høgast snittskår på denne indeksen i 2021 var Medisin (3,7), Odontologi (3,6), Ergo- og fysioterapi (3,5). I motsett ende finn ein Filosofi (1,8), Sosiologi (2,0), Matematikk og statistikk (2,3), Historie (2,3), Fysikk (2,4). IT-utdanningar (snitt 3,2) ligg så vidt over landsgjennomsnittet for alle utdanningar (3,1).

NOKUT publiserer årlege rapportar med funna frå Studiebarometeret, t.d. (Bakken et al., 2022; Pedersen & Wiggen, 2021). Det har vore forska på interne samanhengar i Studiebarometeret og variasjon mellom ulike typar studium, til dømes Hovdhaugen et al. (2016) Abrahamsen et al. (2021), Sindre (2021), Wiers-Jensen og Hovdhaugen (2019), Munthe (2020). Ervik et al. (2021) brukte Studiebarometeret og andre data i analyse av frafall frå studieprogram ved OsloMet. Dei fann mellom



anna at opplevd arbeidslivsrelevans, sosialt læringsmiljø, og at ein hadde kome inn på det studiet ein helst ville, var faktorar som gav mindre frafall, medan det hadde mindre å seie om studenten var nøgd med undervisinga.

Jakobsen et al. (2020) fortel om eit opplegg med filmatiserte case frå yrkeslivet i klasserommet (jamfør spørsmåla Bruk og Bransje på s.1). På den positive sida tykte studentane at dette var motiverande og relevant, men utfordringar var at dei var uvisse på kva rolle filmene spelte i forhold til læringsutbytte og ikkje minst vurdering / eksamensrelevans. Mogeleg tvil om eksamensrelevans kan også vere ei utfordring knytt til bruk av gjesteforelesar frå arbeidslivet (Krogstie og Krogstie, 2018). Stafseeng og Barland (2021) fann at bransjerelaterte læringsaktivitetar resulterte i meir nøgde studentar.

### 3 METODE

Data for Studiebarometeret 2021 vart lasta ned til eit Excel-ark frå nettsidene til NOKUT. Filtrering på verdien «Informasjons- og datateknologi» i kolonna «Faggruppe» gav ei liste på 113 studieprogram. Av desse hadde 25 for få respondentar til at resultat var gitt, slik at vi sto igjen med 88 program, som fordelte seg over følgjande læringsinstitusjonar: NTNU (19), Hsk. Kristiania (12), UiA (9), UiT (8), UiO (7), UiB (6), USN (6), HiØ (4), HVL (4), OsloMet (4), NMBU (3), UiS (3), HINN (1), HiMolde (1), Nord (1). For desse programma analyserte vi data for «Tilknytning til yrkeslivet», spesifikt snittverdiar for ulike typar av utdanningar, og Pearson-korrelasjon mellom Tilknytning til yrkeslivet og heilskapsvurdering for studieprogramma. For å få innblikk i vurderingane til studieleiing (Fsp 2) blei det gjennomført intervju med studieprogramleiarar. For at denne delen av studien skulle bli overkommeleg, valde vi å avgrense til å berre intervjuje studieprogramleiarar ved eitt einskild institutt (IDI, NTNU), og i alt blei ni studieprogramleiarar intervjuja, kvar i om lag 10-15 minutt. Intervjua blei gjennomført som enkle, semistrukturerte intervju, der studieprogramleiarane fekk opne spørsmål knytt til skår på arbeidslivsrelevans, og til tiltak og vidare planar for å betre denne skåren.

### 4 RESULTAT

#### 4.1 Score på Studiebarometeret på landsbasis

Tabell 1 viser aggregerte verdiar for dei 88 studieprogramma som nemnt i seksjon 3. Snittet for indeksen «Tilknytning til yrkeslivet» er 3,04 – merk at dette er snitt mellom scoren for kvart studieprogram, som forklarar korfor det er ulikt NOKUT sitt snitt på 3,2 som nemnt i seksjon 2 (som er snittet av alle studentane sine responsar). Kolonnene lenger til venstre i tabellen viser score på delspørsmåla som skildra i seksjon 2.1. Som radene MIN og MAX viser, er det stor variasjon mellom ulike studieprogram, frå 2,05 til 3,95 på indeksverdien, enda meir på einskildspørsmål.

Den siste rada,  $r$  (nøgd), viser Pearson-korrelasjonen mellom studieprogramma sine resultat på Heilskapsvurdering (spørsmålet «Eg er, alt i alt, nøgd med studieprogrammet eg går på») og resultatata på Tilknytning til yrkeslivet. Det er moderat positiv korrelasjon for indeksverdien (0,52) og for spørsmåla Bruk, Bransje og Formidle, berre veik positiv korrelasjon for dei to siste spørsmåla.

Tabell 1. Aggregerte verdiar på programnivå for alle «Data- og informasjonsteknologi»

N=88	BRUK	BRANSJE	FORMIDLE	BIDRAR	PROSJEKT	INDEKS
SNITT	<b>3,22</b>	<b>3,43</b>	<b>2,62</b>	<b>2,93</b>	<b>2,92</b>	<b>3,04</b>
MIN	2,13	2,13	1,63	1,57	1,20	<b>2,05</b>
MAX	4,20	4,60	4,33	4,64	4,25	<b>3,95</b>
STD	0,46	0,53	0,49	0,63	0,62	<b>0,43</b>
$r$ (nøgd)	0,54	0,55	0,52	0,18	0,37	<b>0,52</b>

Tabell 2 viser korleis ulike typar utdanningar scorar. Som ein kan sjå her, scorar master (3,05) i snitt marginalt betre enn bachelor (2,99) på indeksen. Vi skil også mellom ingeniør og «fri» bachelor. Her viser det seg at «fri» bachelor scorar litt høgare enn ingeniør på indeksverdien (3,05 vs. 2,85), der særleg dei to siste spørsmåla, Bidrar og Prosjekt, slår positivt ut for dei frie studia. For master skil vi mellom 2-årig og 5-årig master, der sistnemnde typisk vil vere siv.ing. 5-årig master scorar litt betre

enn 2-årig på indeksverdien (3,23 vs. 3,08), der dei fire første spørsmåla har score i favør av 5-årig. Det er likevel verd å merke seg at variasjonen mellom ulike typar utdanningar er mykje mindre enn spennet mellom MIN og MAX som vist i tabell 1, så det er fullt mogeleg å score høgt eller lågt anten ein har eit program av den eine eller andre typen.

Tabell 2. Ulike typar utdanningar

	BRUK	BRANSJE	FORMIDLE	BIDRAR	PROSJEKT	INDEKS
Bachelor (N=54)	3,21	3,44	2,57	2,91	2,75	<b>2,99</b>
.....Ingeniør (N=14)	3,09	3,39	2,58	2,61	2,47	<b>2,85</b>
.....“Fri” (N=40)	3,25	3,45	2,57	3,01	2,84	<b>3,05</b>
Master (N=34)	3,17	3,26	2,62	2,97	3,22	<b>3,05</b>
.....5-årig (N=7)	3,42	3,83	2,78	3,05	3,07	<b>3,23</b>
.....2-årig (N=27)	3,20	3,31	2,68	2,96	3,22	<b>3,08</b>

## 4.2 Score for studieprogram ved IDI, NTNU

I intervjudelen såg vi nærmare på studieprogram ved IDI, NTNU. Vi gir derfor litt meir data om desse. Figur 1 viser korleis studieprogramma ved IDI scorar på spørsmål om studentane alt i alt er nøgde med programmet (oransje) og korleis dei scorar på indeks om yrkesrelevans (blå). Som vi ser har alle programma betre score på overordna nøgd enn på yrkesrelevans, men det er mykje variasjon mellom programma. Høgste score på «alt i alt» er 4,55 medan lågaste er 3,42. På yrkesrelevans er spennet frå 3,95 til 2,75. For begge var det studieprogrammet ITMAIKTSA (master i IKT-basert samhandling) som hadde høgast score. Gitt at det er mykje variasjon i korleis studieprogram ved IDI scorar på desse spørsmåla, kan det vere interessant å sjå kva studieprogramleiarar tenkjer om dette, som vil vere tema for neste underseksjon.

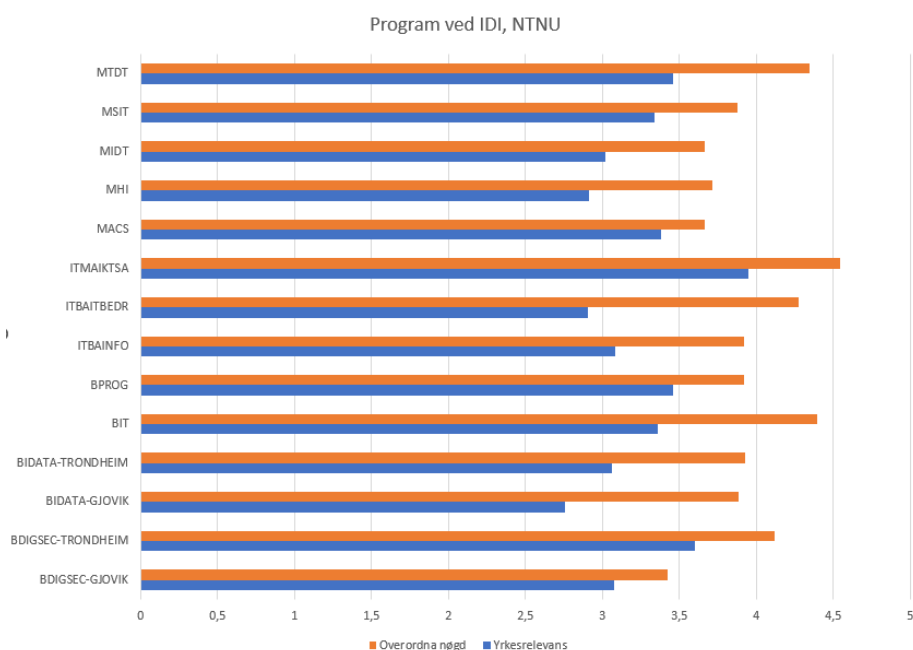


Fig. 1. Studieprogram ved IDI, NTNU – overordna nøgd (oransje) vs. yrkesrelevans (blå)

## 4.3 Resultat frå intervju

Fråsegner som «*Dette er eigentleg litt overaskande*» kom i fleire av intervjua. Mange programleiarar hadde venta ein betre skår på Tilknytning til yrkeslivet, men ser fleire mogelege årsaker til den låge skåren. Spesielt to hypoteser går igjen. Den eine er at studentane misforstår spørsmåla. Den andre og

viktigaste hypotesen gjeld måletidspunktet (tredje semester). Mange studium særleg på bachelornivå har sterkare tilknytning til yrkeslivet i siste studieår. Somme såg det derfor som positivt at NOKUT for neste undersøing piloterer at 3.årsstudentar også skal svare, og håpa at dette skulle gi betre resultat. Sitat: *«Det vil bli svært spennande å sjå om vi faktisk har rett her. Viser resultatet det same [inga betring], ja da må vi gå litt i oss sjølve her.»*

Det er ingen tvil om at «tilknytning til yrkeslivet» er eit tema som engasjerer studieprogramleiarane. Tilknytning til arbeidslivet handlar ifølge dei om at studieprogramma har eit relevant innhald som er nyttig for studentane. Leiarane peikar særleg på to tiltak som blir aktivt brukte for å bidra til tilknytning til yrkeslivet, nemleg bruk av gjesteforelesarar og oppgåver fra næringslivet. Forelesarar fra næringslivet gir aktuelle og relevante perspektiv frå yrkeslivet, som ofte gir høgt truverde hos studentane. Studieprogramleiarane såg dette som viktig for å auke studentane sin motivasjon, vise at innhaldet i programmet er relevant, og bidra til å halde faglærarens sin kompetanse oppdatert. Mykje av det same kan seiast om det andre hovudtiltaket, bruk av oppgåver/case frå næringslivet. Fleire av programma har som mål at 100% av bachelor- eller masteroppgåvene skal vere frå ein reell interessant, med utgangspunkt i ei reell problemstilling, som dei meiner er viktig for studentane si forståing av næringslivet, og ikkje minst det å byggje nettverk ut imot næringslivet. Respondentane er likevel tydelege på at programma kan bli betre, spesielt retta mot studentane sine første tre semester. Sitat: *«Det med måletidspunktet er eigentleg ikkje noko godt svar, for studentene burde jo ha arbeidslivstilknytning dei tre første semestra òg»*. Tydelegare kommunikasjon med studentene kom dermed fram som eit viktig tiltak. Sitat: *«Det er jo ikkje sikkert dei høyrer kva vi prøver å seie. Det er ikkje sikkert dei forstår modellen vår, at dei skjønar poenget. Heile programmet er forma med formål om ei sterk tilknytning til arbeidslivet, men det seier vi jo ikkje. Eg trur vi kan bli mykje flinkare til å kommunisere med studentane.»* Eitt tiltak som somme ville satse meir på, var å få inn alumni med eit par års arbeidslivserfaring for å fortelje studentar og faglærarar om kva dei har opplevd som relevant og viktig med studieinnhaldet, både som motivasjon for studentar, og som innspel til faglærarar i revidering av studieinnhaldet.

Somme program skilde seg ut med meir spesielle verkemiddel for å å byggje ei bru mellom studiemiljø og arbeidsmiljø, ved å skape eit arbeidsmiljø på campus. Frå første skuledag blir det introdusert verkty, programvare, arbeidsmåtar og tenkemåtar som ligg nær opp til det som studentane vil møte i arbeidslivet, og heller enn å ha reint teoretiske emne, er faginnhaldet integrert med praksis til dømes i form av prosjektbasert læring. Sitat: *«Korfor skal vi vente med dette? Dette må på plass frå første dag. Vi må vere på bølglengd med industrien for å gjere programmet meir relevant. Sjølvsagt innan visse grenser. Vi må lære dei abstrakte konsept, og det er ikkje mogeleg å alltid relatere til praktiske eksempel. Men når det faktisk er mogeleg, så må vi nytte kvar einaste sjanse, som betyr at vi må endre undervisinga vår.»* At somme faglærarar sjølve har erfaring frå næringslivet er noko studieprogramleiarane ser som viktig, og dette bør gjerast tydelegare for studentane for å hjelpe på motivasjon og studieinnsats. Sitat: *«Viss du tvingar studentane til å gjere noko abstrakt, urelatert til det dei trur dei treng, så går dei ikkje i djupna. Men viss du inspirerer dei, oppmuntrar dei til å jobbe hardare med ne de vet de faktisk skal arbeide med senere, så vil de gå i dybden. Og det er jo hele poenget er det ikke?»*

## 5 DISKUSJON

Noko som kan synest litt overraskande er at «frie» bachelorprogram skåra betre enn ingeniørprogram på yrkesrelevans, sidan mange ville tenkje på ingeniørprogram som meir profesjonsretta. Det var særleg spørsmåla Bidrar og Prosjekt som gjorde skilnaden i favør av «fri» bachelor. Kva som er årsaken til dette, er vanskeleg å vite. Eit mogeleg moment kan vere at målgruppa for Studiebarometeret er studentar i 2.årskurs, så når dei svarer på dette i oktober / november, er dei ferdig med 2 ½ semester av eit studium på i alt 6 semester. Ingeniørprogram har kanskje mykje prosjektarbeid og kontakt med yrkeslivet i siste halvdel av studiet, men mindre i første halvdel, der dei må ha ein del generelle fellesemne (matematikk, fysikk) i tråd med rammeplanen. Frie studium er ikkje bundne av nokon slik rammeplan og har dermed plass til fleire disiplinspesifikke og prosjektbaserte emne tidleg.

Eit anna funn som kan synest overraskande er at 5.årig master hadde betre skår enn 2.årig master – på indeksen og på alle einskildspørsmål unntatt Prosjekt, og med særleg stor skilnad på spørsmålet Bransje (3,83 vs. 3,31). For 2.årig master er alle respondentane i nest siste semester av masterstudiet, og dei fleste vil ha byrja å søkje jobbar, somme også fått. Dei skulla dermed ha betre innblikk i

bransjen og korleis kompetansen kan brukast i yrkeslivet enn respondentar frå 5.årig master, der meir enn halvparten vil vere studentar som berre har kome til 2. studieår – og særleg sidan 5.årig master (siv.ing.) gjerne har grunnleggjande emne som matematikk, fysikk, statistikk, ex.phil i dei første åra av studiet. Dette verkar inkonsekvent med hypotesen om at fridom frå rammeplan skulle vere ein fordel, som nemnt i førre avsnitt, men faktorar utanfor sjølve studieopplegget kan også vere medverkande. NOKUT sin innleiingstekst nemner eksplisitt karrieresenter og studentforeiningar i tillegg til sjølve studiet. 5-årige studium har – nettopp fordi dei varer i heile 5 år – ein større stabilitet i studentmassen, og har ein lang tradisjon for veldrivne linjeforeiningar. Liknande kan ein sjå på ein del 3+2-studium der det stort sett er interne studentar frå bachelorutdanninga som held fram på masterutdanninga. Med ein slik stabilitet i studentmassen blir det lettare å få til veldrivne studentforeiningar, slik som t.d. Abakus (siv.ing. datateknologi og kommunikasjonsteknologi) og Online (bachelor + master informatikk) ved NTNU. Desse foreiningane arrangerer ei rekkje bedriftsmøte og seminar, slik at studentar tidleg blir eksponert for representantar for bransjen utan at det treng vere som del av undervisninga. Ein del 3-årige ingeniørstudium har kanskje mindre aktive studentforeiningar, slik at eksponeringa for bransjen i større grad må skje i sjølve undervisninga.

Eit anna moment som kan spele inn er variasjonar i opptakskrav mellom ulike studium. I artikkelen (Sindre, 2021) framsto ein tydeleg positiv korrelasjon mellom kor nøgde studentar var med ulike aspekt i Studiebarometeret og ORDF for studieprogrammet frå Samordna opptak, dvs. poenggrense ved opptak rett frå vidaregåande. Jo høgare poenggrense, jo meir nøgde var studentane, ikkje berre med undervisning, tilbakemelding, læringsutbytte og digitale verkty. Mellom IT-studier vil det typisk vere siv.ing. og «frie» bachelorstudium ved dei store universiteta (UiO, UiB, NTNU, ...) som har høgast opptakskrav. I nokon grad kan dermed ulik score på Tilknytning til yrkeslivet reflektere skilnad på studentane og deira motivasjon snarare enn skilnad i faktisk eksponering for yrkeslivet i undervisningsopplegget. I tillegg må ein ta med i vurderinga av resultatane våre at Studiebarometeret har nokså låg svarprosent for ein god del program, og berre studentar i utvalde årskull blir spurde. Denne artikkelen er basert på Studiebarometeret 2021 og måtte skrivast ferdig ein månad før resultatane for Studiebarometeret 2022 vart offentleggjort, så det er ikkje mogeleg her å gi nokon konklusjon på om endringa pilotert i 2022 med inkludering av 3.årsstudentar på bachelorprogram som respondentar vil gi auka skår på tilknytning til yrkeslivet, men dette vil bli synleg i god tid før MNT-konferansen og kan diskutertast i presentasjonen.

## REFERANSAR

- Abrahamsen, E., Kvaløy, J. T., Selvik, J. T. og Husebø, D. (2021). Mengden av organiserte læringsaktiviteter og sammenhengen med studentenes motivasjon, egeninnsats og overordnede tilfredshet med studiet. *Nordic Journal of STEM Education*, Vol. 4, No. 2, pp. 45-57.
- Bakken, P., Hauge, M.S., Wiggen, K.S. og Øygarden, K.F. (2022). Studiebarometeret 2021 – Hovedtendenser. Rapport 1/2022, NOKUT.
- Ervik, B., Helle, M., Goksøyr, K. M. og Eriksen, J. (2021). Frafall fra studieprogrammer ved OsloMet – en analyse av fire årskull. *Skriftserien*, OsloMet, 24-24.
- Hovdhaugen, E., Aamodt, P. O., Reymert, I. og Stensaker, B. (2016). Indikatorer på kvalitet i høyere utdanning. Arbeidsnotat 2016:3, NIFU.
- Jakobsen, A. N., Mehli, L. og Hoel, S. (2020). Arbeidslivets perspektiv inn i klasserommet via filmatiserte case. *Uniped*, Vol. 43, No. 4, pp. 312-330.
- Krogstie, B. R. og Krogstie, J. (2018). Guest lectures in IT education - Recommendations based on an empirical study. NOKOBIT 2018, Bibsys OJS.
- Munthe, E. (2020) Studentengasjement i høyere utdanning: Hvilken innsikt gir Studiebarometeret? *Uniped*, 2020. Vol. 43, No. 2, pp. 104-116.
- Pedersen, L.F.A.; Wiggen, K.S. (2021) Studiebarometeret 2020: Dokumentasjonsrapport. 2021, NOKUT.
- Sindre, G. (2021). Studiebarometeret på programnivå: effekt av vurderingsformer og obligatoriske øvinger? Norsk IKT-konferanse for forskning og utdanning (No. 4), Bibsys OJS.
- Stafseng, T. og Barland, J. (2021). Bransjerelaterte læringsaktiviteter i medie-og designfag: Praksis og involvering med arbeidslivet scorer høyt hos studentene. *Norsk medietidsskrift*, Vol. 28, No. 1, pp. 1-19.
- Wiers-Jenssen, J.; Hovdhaugen, E. (2019) Studieinnsats på lavere grad – hva kan Studiebarometeret fortelle oss? *Uniped*, Vol. 42, No. 3, pp. 274-289.

# **Title: Understanding student Sense of Belonging in introductory STEM courses**

\*Costello, Robin<sup>1</sup>; Hammarlund, Sarah<sup>2</sup>; Christensen, Emily<sup>3</sup>; Kiani, Kate<sup>1</sup>; Glessmer, Mirjam<sup>4,5</sup>; Cotner, Sehoya<sup>2,3</sup>

\*presenting

<sup>1</sup>Department of Biological Sciences, Auburn University, Auburn, AL, USA

<sup>2</sup>Department of Biology Teaching and Learning, College of Biological Sciences, University of Minnesota, Minneapolis, MN, USA

<sup>3</sup>Department of Biological Sciences, University of Bergen, Bergen, NO

<sup>4</sup>Geophysical Institute, University of Bergen, Bergen, NO

<sup>5</sup>Center for Engineering Education, Lund University, Lund, SE

**Keywords** – Sense of belonging, introductory STEM courses, attrition

## **Introduction**

Some STEM fields are characterized by different levels of attrition, based on student gender and generation in college. Evidence suggests that these patterns can be attributed in part to student *affect*, including a student's Sense of Belonging. Doubts about belonging in the classroom are often shouldered disproportionately by students from marginalized groups, which can lead to underperformance and may explain the loss of, for example, women or first-generation college students from science fields (Cohen and Garcia 2008). However, to our knowledge, there is little empirical evidence linking Sense of Belonging to outcomes such as performance or retention in *Norwegian* STEM higher education. We focus here on results of a survey-based study of students in four introductory-level science courses at the University of Bergen in Spring 2022. Our aims were to document Sense of Belonging in this population, and to identify whether Sense of Belonging correlated with student performance, gender or generation in college (whether one or both parents attended higher education). Because an individual's Sense of Belonging can involve how they respond to setbacks or challenges (such as a bad grade on an exam), we also asked students about challenges they had faced in the course, and how they had managed these challenges.

## **Methods**

**Survey instrument:** We surveyed students in four introductory-level science courses (n=249) at the University of Bergen during the last two weeks of the Spring 2022 semester. As part of a larger survey, students were asked to rate their level of agreement with several Sense of Belonging items, such as "How comfortable do you feel in this course?" and "To what extent do you feel accepted in this course?" Response options ranged from 0 (not at all/*ikke i det hele tatt*) to 6 (extremely/*ekstremt*). We asked participants about course challenges via an open-ended prompt: *What specific challenges have you faced as a student -- either in this course, in your study program, or at the university in general? What did you do to overcome these challenges? Try to be as specific as you can.*

In addition to our survey, we also collected end-of-term grades from those students who consented to allow us to access their course grades. Of the 236 students who consented to participate in the study, 101 students consented to share their course grades.

Our study was approved by The Norwegian Centre for Research Data (reference number 963610). We informed students about the general aims of the study, and that the data would be treated confidentially and anonymized in any reporting. Participants could withdraw from the study at any time, and only those who consented to participate were included in the analyses reported here.

**Analysis:** We conducted a series of linear mixed models to analyze the relationships between Sense of Belonging, gender, college generation, and course grades (as letter grades, with passing options ranging from A to E). For the open-ended responses, we used deductive coding to match the student

responses to categories (Table 1) that we assigned after an initial review of a subset of the data. Student responses could be coded into multiple categories.

**Table 1.** The most common categories identified in open-ended responses about challenges

Most Common Categories	Example Statements
Challenges related to the course	<ul style="list-style-type: none"> <li>• That more of the courses (particularly the intro courses) are too big. For instance, I think that KJEM110, BIO100, and INF100 should cover 15 study points each, instead of 10 sp.</li> <li>• Difficult curriculum, and many courses at a time. Stressful periods.</li> </ul>
Coping strategies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• If I'm stuck, I ask friends at the same study program, who are also taking the course, for help.</li> <li>• Read a lot to be well prepared.</li> </ul>
Lack of motivation / Trouble focusing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Have struggled a little with motivation, which naturally has affected this course a little bit as well.</li> <li>• Hard to sit down and actually focus on the subject.</li> </ul>
Time management	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I work with school instead of relaxing, being social and active, during my spare time.</li> <li>• Often discovered that an assignment needed to be done the day before it was due.</li> </ul>
Overwhelmed, stressed	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Many of the courses feel overwhelming with many details and a large curriculum.</li> <li>• Difficult curriculum, and many courses at a time. Stressful periods.</li> </ul>
Feelings of isolation / loneliness	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I have been sick a lot after I had corona in the middle of this semester. This has also made the studying more difficult.</li> <li>• Diseases that are connected with stress, interfere with my whole life, particularly at school.</li> </ul>

## Results

We found that male students have a higher sense of belonging than their female counterparts ( $p = 0.0155$ ). We also found that students with a higher sense of belonging perform better in their courses ( $p = 0.003$ ). We did not detect a relationship between Sense of Belonging and generation in college ( $p=0.8$ ).

Combining student scaled responses with open-ended questions about challenges they faced in the course can shed some light on the underpinnings of these differences. For example, one woman with a low Sense of Belonging wrote “I feel that everyone I talk to is sailing through just fine and it’s just me who is struggling.” And another said, “I felt stupid...I was afraid to ask questions.” Conversely, a man with a high Sense of Belonging shared “I have actually managed quite well.”

## Discussion

Our ability to extrapolate from this work is limited by a small sample size, and a restricted survey distribution in just four courses in one mathematics and natural sciences faculty, at one university.

However, our main findings—that Sense of Belonging varies by gender—echo similar work in other contexts (e.g., Walton & Cohen 2007, Rainey et al. 2018, Gopalan & Brady 2020) and may point to some explanatory factors behind the differential attrition between women and men in STEM fields in Norway. If, for whatever reason (e.g., stereotype threat; Steele 1997), women are more likely to see challenges in a course as indication that they do not belong in that course or discipline, then they may be more likely to opt out of pursuing further study in that area.

Fortunately, we can learn from social-belonging interventions that have, in many studies (Walton et al. 2015, Yeager et al. 2016, Murphy et al. 2020) successfully countered these psychological threats. And recently, investigators (Binning 2020, Hammarlund 2022) have demonstrated gains with a version of these interventions—an ecological-belonging intervention that is explicitly designed for implementing in the natural context (or *ecology*) of the classroom. Specifically, Binning et al (2020) led students through an exercise in which the students were encouraged to see course challenges as *normal*, *temporary*, and *surmountable*—and not, for example, as an indication that everyone is doing just fine and they are the only ones struggling.

Future work will attempt to contextualize the impacts of this intervention in a Norwegian context, and hopefully give us some indication of possible strategies for countering the problem of attrition in STEM higher education.

### **Acknowledgements**

This work was supported by an iEarth Seed Project mini-grant from the iEarth Centre for Excellence in Geosciences Education awarded to SH and MG (prosjektnummer: 101060101 DIKU-SFU iEarth), the bioCEED Centre for Excellence in Biology Education, and a mobility grant from the Norwegian Research Council awarded to RAC, SC, and CJB (award number: 275681). We would like to thank the participants of the Emerging Research in STEM Education Mini-Symposium at the University of Bergen, the bioBERG Research Group, the Ballen lab, and the Auburn DBER group for feedback on our data analysis. Special thanks to Kristin Holtermann for accessing and de-identifying student grade information.

### **References cited**

Binning, K. R., Kaufmann, N., McGreevy, E. M., Fotuhi, O., Chen, S., Marshman, E., ... & Singh, C. (2020). Changing social contexts to foster equity in college science courses: An ecological-belonging intervention. *Psychological Science*, *31*(9), 1059-1070.

Cohen, G. L., & Garcia, J. (2008). Identity, belonging, and achievement: A model, interventions, implications. *Current directions in psychological science*, *17*(6), 365-369.

Gopalan M, Brady ST. 2020. College students' sense of belonging: A national perspective. *Educational Researcher* 49: 134-137.

Hammarlund, S. P., Scott, C., Binning, K. R., & Cotner, S. (2022). Context Matters: How an Ecological-Belonging Intervention Can Reduce Inequities in STEM. *BioScience*, *72*(4), 387-396.

Murphy MC, Gopalan M, Carter ER, Emerson KT, Bottoms BL, Walton GM. 2020. A customized belonging intervention improves retention of socially disadvantaged students at a broad-access university. *Science Advances* 6: 1-7.

Rainey K, Dancy M, Mickelson R, Stearns E, Moller S. 2018. Race and gender differences in how sense of belonging influences decisions to major in STEM. *International Journal of STEM Education* 5: 1-14.

Steele CM. 1997. A threat in the air: How stereotypes shape intellectual identity and performance. *American Psychologist* 52: 613-629.

Walton GM, Cohen GL. 2011. A brief social-belonging intervention improves academic and health outcomes of minority students. *Science* 331: 1447-1451.

Walton GM, Logel C, Peach JM, Spencer SJ, Zanna MP. 2015. Two brief interventions to mitigate a “chilly climate” transform women’s experience, relationships, and achievement in engineering. *Journal of Educational Psychology* 107: 468-485.

Yeager DS, Romero C, Paunesku D, Hulleman CS, Schneider B, Hinojosa C, ... Dweck CS. 2016. Using design thinking to improve psychological interventions: The case of the growth mindset during the transition to high school. *Journal of Educational Psychology* 108: 374-391.



# Self-assessment of written exercises in STEM courses

B. Irgens, D.A. Coucheron

*Faculty of Science and Technology, UiT The Arctic University of Norway*

**ABSTRACT: Students of physics in Norway typically spend a lot of time on mandatory problem-solving exercises that they must get a passing grade on to be allowed to take the exam. This is often a primarily summative assessment, which can limit the learning potential.**

**In this contribution, we present an intervention in which traditional mandatory assignments are modified to put more emphasis on assessment as a part of the learning process, by incorporating self-assessment and reflections about learning on the part of the students. The intervention was carried out in three basic subjects in physics at UiT in 2021 and 2022.**

**We will present results from the student evaluation of the intervention in two of the courses in 2022, discuss advantages and drawbacks and offer insights on future improvements.**

**KEYWORDS: Self-Regulated Learning, self-assessment, group learning, formative feedback, mandatory assignments.**

## 1 INTRODUCTION

Physics students often spend a lot of time doing mandatory written assignments, and teachers spend much time writing detailed feedback on the student's submissions. However, in our experience, many students need to learn more from the activity. They may copy each other's solutions and not spend any time looking at the teacher's feedback if they get a "pass". Therefore, we want to change how we do assignments and give feedback by focusing on formative assessment and student self-assessment. By engaging in self-assessment, students can take ownership of their learning, set goals for themselves, and develop strategies for achieving those goals. Formative assessment provides ongoing feedback and support throughout the learning process, helping students identify areas where they need to improve and allowing them to address those areas. By incorporating more self-assessment and formative assessment into assignments, we can create a more dynamic and interactive learning environment that empowers students to take an active role in their learning and development.

Self-regulated learning (SRL) is a process where students actively engage in the learning process by setting goals for their learning, monitoring the process toward achieving those goals, and reflecting on their learning process (Zimmerman, 1986). Several studies have found a relationship between SRL and learning outcomes, though it is unclear what causes the effect (Jansen et al., 2019).

To support self-regulated learning through formative assessment, Nicol & Macfarlane-Dick (2006) propose seven principles for good feedback practice: including clear criteria; developing self-assessment and reflection in learning; encouraging dialogue with teacher and peers about learning; giving opportunities to use the feedback to close the gap to the desired performance; encouraging positive motivation and self-esteem and delivering high quality information to the student about their learning.

Student self-assessment describes various mechanisms and activities where students describe (and may evaluate) the quality of their learning process or products thereof (Panadero et al., 2016). It may be used instead of, or supplementing, feedback from the teacher. There are many ways to implement self-assessment. For example, Lovett (2013) created a reflection exercise around her exams, called an "Exam Wrapper", and Mota et al. (2019) had the students mark their weekly assignments in groups and reflect on their learning afterwards.

Here, we present an intervention in which we modify the traditional written mandatory assignments to include self-assessment, peer learning, and the students reflecting on their learning in two fundamental physics courses at UiT the Arctic University of Norway. We will present how we changed the assignments, some results from a student evaluation of the intervention and some thoughts on what worked well and what we want to improve in later iterations of the course.

## 2 METHODS

### 2.1 Description of the courses

FYS-0100 General Physics is a first-semester course that covers Newtonian mechanics, fluid mechanics and thermodynamics. FYS-1001 Mechanics is a third-semester intermediate mechanics course covering Newtonian mechanics, wave mechanics and special relativity. Both courses have three hours of lectures and one and a half hours of seminars each week, not including breaks. The lectures in both courses have mostly been replaced by different forms of active learning: Peer Instruction and Team-Based Learning, respectively. The students may also attend up to 4 hours of problem-solving workshops with a TA available for help.

The students in both courses are mostly physics students and pre-service secondary schoolteachers in physics and mathematics. FYS-0100 is typically taken in the first semester by 50-70 students and FYS-1001 in the third semester by 40-50 students.

### 2.2 The intervention

At UiT, students must pass a certain number of mandatory activities before they can take the exam. At the Faculty of Science and Technology, this often takes the form of several large problem sets that the students write up solutions to and submit for assessment by a teaching assistant (TA). The TA gives some written feedback on the product and marks it as passed or failed. The students often spend a lot of time on these problems (to the detriment of participating in other learning activities) and treat it as a summative activity (do not use much of the feedback in the later learning process). Four and two of these assignments are used in FYS-0100 and FYS-1001, respectively.

Motivated by these problems, we decided to make these activities more formative to increase learning (and decrease stress). Inspired by Mota et al. (2019), we added self-assessment and post-exercise reflection to the individual activity to involve the students in the feedback and practice SRL. Each assignment now has three phases:

1. The students get a problem set consisting of 3-4 problems that are more challenging than the weekly problem sets. These problems are first solved individually by the students, turned in, and graded based on whether they showed convincing effort. We tell the students to refrain from collaborating, but they can ask a teacher for help if they get stuck.

It is unnecessary to get a correct answer to show convincing effort. However, the student should have attempted to solve all the problems using our suggested problem-solving strategy: trying to understand the problem (by drawing force diagrams, identifying knows and unknowns), devising a plan to solve it, executing the plan, and evaluating the answer (checking units, special cases and intuition). The teaching assistants will ideally spend less than five minutes grading this on a 1-3 scale.

2. The next day, the students attend a seminar where they self-assess their solutions in groups of 3-5 students. They are instructed to find and comment on any conceptual and procedural errors. The TA is available to answer any questions from the students.

The students compare and discuss their solutions for the first hour without knowing the correct answer. Then, after about one hour (or if the discussion winds down), the TA hands out the instructor's solution and the students compare it to their solutions.

The submission, with annotations and comments, is handed in at the end of the day or the day after. This annotated solution is graded on a 1-3 scale based on the degree to which students managed to identify their errors and show that they understand what they could have done instead.

3. After self-assessing their solution in the seminar, the students do a reflection exercise where they answer a few questions about what they learnt and what they are still struggling with on the topics included in the problem set. The reflection exercise consists of filling out an online survey form with questions about the students' learning outcomes from the problem set on the day of the seminars or the day after.

After trying out the intervention in the fall of 2021, many students reported that the reflection sheets could have been more helpful. Afterwards, we made a few changes to the reflection exercise, especially in FYS-0100, where we added a more specific question about the learning goals and questions about engagement and help-seeking to encourage the students to see the connection between their approach to learning and the result on the assignments. A pre-exercise reflection was also added to remind the student about what had happened previously and encourage goal setting.

The student's final grade (pass/fail) was based on an average of the grade on the individual submission and the marked submissions, and whether the pre- and post-exercise had been submitted or not.

### 2.3 Data collection

At the course's end, the students completed a survey about their thoughts and experiences doing the new mandatory assignments, including questions about the students' experiences with the individual assignment, the seminar and reflection exercise phases. There were also open questions to encourage the students to share their reflections.

FYS-0100 had 52 and FYS-1001 had 42 students that took the exam in 2022. In total, 70 answered the survey, and 23 students from each course agreed to let us use their answers for research.

## 3 FINDINGS

Our survey found that most students felt this way of doing assignments was effective in helping them understand what they had learned and what they still needed to work on (figure 1a) and that it was an efficient way to learn (figure 1c). Students prefer these assignments to the “traditional” way, but it is much more pronounced in FYS-0100 (figure 1b). This is the most apparent difference between the two courses on all questions in the survey.

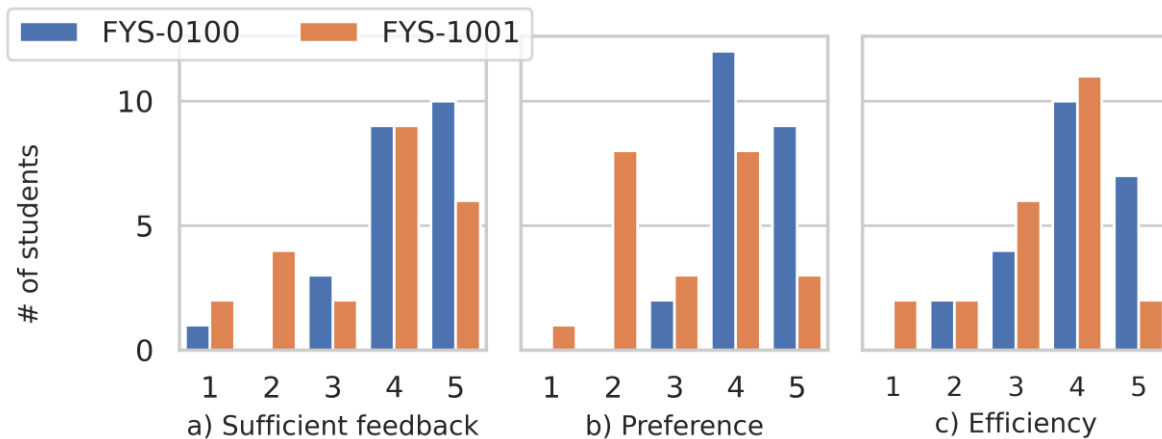


Figure 1: Student answers to the questions: a) “I understood what I had managed and what I had to work more on after marking my assignment.”; b) “I prefer this form of written mandatory assignments over the traditional form.”; c) “I had a good learning outcome compared to the amount of time I spent on the assignments”. 1 is disagree completely and 5 is agree completely.

Figure 2 shows the typical amount of time the students reported using on the individual part of the assignment. Most students report spending around 10 hours (avg. 10.6h) on the individual part of these assignments. The activity requiring much time is a recurring theme in the student's responses to the open questions.

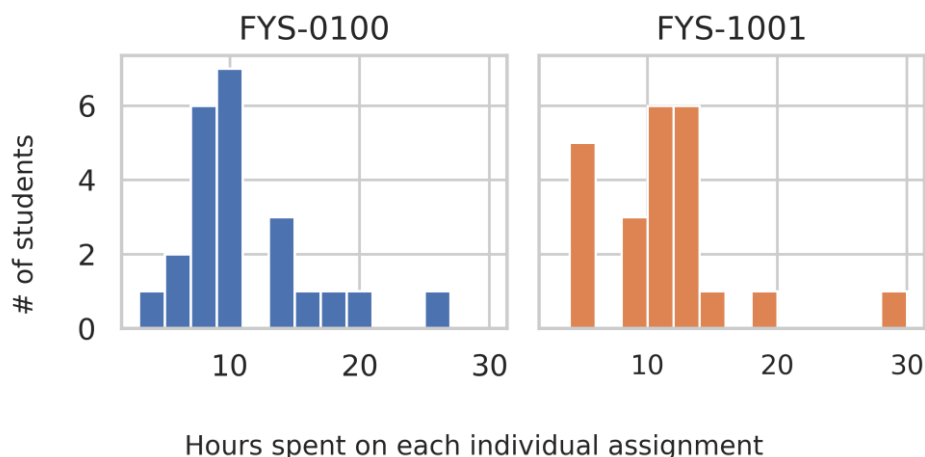


Figure 2: students' self-reported typical time spent on the individual assignments.

#### 4 DISCUSSION

Most students in both courses were generally neutral or favourable to our intervention. They felt that they were getting the feedback they needed and learning efficiently. However, there was a marked difference in preference for traditional assignments among the students in FYS-1001 compared to FYS-0100. Is this because of differences in the implementations in the two courses, or has something changed with the students? Familiarity, for example, may play a part. The students are both more used to traditional assignments after a year at university, and there were fewer of these mandatory assignments in FYS-1001.

It is a concern that the students may spend more time on assignments than before the intervention. More than 10 hours on the individual assignment is higher than we aimed for, but we do not know how much time they used to spend on the traditional assignments. Adding to that workload, the students now spend at least two hours on the self-assessment and reflection, which they did not do before. On the other hand, one of the primary reasons for doing this in the first place was that students needed to spend more time on the feedback they got from the teachers. Also, students discussing with their peers and reflecting on their learning should lead to good learning outcomes. This is reflected in the results from the survey, where 63% of the students agree or strongly agree with the statement that they learnt a lot compared with the time required to do the activities.

In Norway, mandatory assignments are often used to control who is eligible for the final exam, based on the idea that students must demonstrate sufficient progress and understanding of the material by completing these assignments to show that they have a fair chance of success on the final exam. On the other hand, mandatory assignments can provide valuable formative feedback to students and help them identify areas where they need to put in more effort. Therefore, our approach has oriented the assignment towards the formative and away from the summative function since we do not grade the final product.

An often-overlooked challenge with traditional assignments is the time it takes for the teacher to correct the assignments and provide helpful feedback. By using self-assessment, with a group discussion and the teacher's solution manual, the students can find and correct their own mistakes. The TAs also report being able to spend as little as 15 minutes grading a typical submission, which frees up time for other activities. A good example could be providing additional feedback on the marked assignment, focusing more on the big picture without looking very deeply into the problem-specific details.

In addition to the assignment, the students turn in their reflections on their learning process. Simply answering these reflection questions is an exercise in evaluating and setting goals for your learning, which is an essential part of SRL. However, many students may need to be made aware of their learning process and how it could be improved. This was one important reason we tried to have more leading questions in the reflection exercise in FYS-0100 and added the pre-exercise reflection. We may also want to give feedback to the students on these reflections.

More generally, there is a question of what good quality feedback to the students is when they have already self-assessed their submission and reflected on their learning. Nicol and Macfarlane-Dick (2006) propose that good quality feedback is information that helps students troubleshoot their own performance and helps them close the gap between the goal and where they are currently. Some of the teacher resources freed up by having the students self-assess could, for example, be used to give feedback on the student's learning process and problem-solving strategies. Another possibility is to give some automatic level of feedback. For example, Carpenter et al. (2020) used the feedback mechanism in the quiz function of their LMS to deliver feedback on Exam-Wrappers in courses with many students.

In conclusion, the intervention engaged the students much more in the feedback process than our courses' traditional mandatory assignments. We plan to continue using this approach since most students accept this change. That said, there is still much room for improvement and questions to explore. For example, how often should we use self-assessment and reflection activities? SRL is a complex skill that is important for students to practice, and a larger "dose" could be beneficial. Therefore, we would consider using more self-assessment and reflection in weekly problem sets and other learning activities.

## REFERENCES

- Carpenter, T. S., Beall, L. C., & Hodges, L. C. (2020). Using the LMS for Exam Wrapper Feedback to Prompt Metacognitive Awareness in Large Courses. *Journal of Teaching and Learning with Technology*, 9(1). <https://doi.org/10.14434/jotlt.v9i1.29156>
- Jansen, R. S., van Leeuwen, A., Janssen, J., Jak, S., & Kester, L. (2019). Self-regulated learning partially mediates the effect of self-regulated learning interventions on achievement in higher education: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 28, 100292. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100292>
- Lovett, M. C. (2013). Make Exams Worth More Than the Grade. Using Reflection and Metacognition to Improve Student Learning: Across the Disciplines, across the Academy, 18–52.
- Mota, A. R., Didiş Körhasan, N., Miller, K., & Mazur, E. (2019). Homework as a metacognitive tool in an undergraduate physics course. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 010136. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010136>
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199–218. <https://doi.org/10.1080/03075070600572090>
- Panadero, E., Brown, G. T. L., & Strijbos, J.-W. (2016). The Future of Student Self-Assessment: A Review of Known Unknowns and Potential Directions. *Educational Psychology Review*, 28(4), 803–830. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9350-2>
- Zimmerman, B. J. (1986). Becoming a Self-Regulated Learner: Which Are the Key Subprocesses? *Contemporary Educational Psychology*, 11(4), 307–313.

# Developing formative peer assessment in writing classes: focus on students' perceptions

Kaori Takamine *UiT The Arctic University of Norway*

**ABSTRACT:** The literature of higher education has shown that formative peer assessment (FPA) promotes students' learning across disciplines (Topping, 1998, Lynch et al. 2012, Li et al. 2019, among others). Despite the solid reported benefits, studies on an effective implementation of FPA are still limited in the literature (Nicol, Thomson, and Breslin 2014, Wanner and Palmer, 2018). A debilitating factor includes students' negative attitudes towards peer assessment (Kaufman and Schunn 2011). Focusing on students' perceptions and experiences of FPA, this study attempts to describe how FPA can be implemented in a more effective manner in academic writing lessons for students of a preliminary course for engineering studies. More specifically, it inquires how the students' attitudes towards FPA as a learning method change according to their experiences of it and to what extent students' perceptions of FPA impact on their perceived learning effect. The result of the inquiry suggests, in line with the literature, that scepticism for students' assessment ability is a cause for their negative attitudes towards FPA. The students need to be trained to provide quality feedback, and they also need to develop their understanding of assessment criteria in order to benefit from FPA.

## 1 INTRODUCTION

Preliminary course students have different degrees of engagement in and motivation for their learning. In order to enhance every student's engagement in learning activities, it is crucial to create a supportive learning environment for the learning activities that help the students to achieve the intended learning outcomes. Such a learning environment can be set up by aligning learning outcomes, learning and teaching activities and assessment methods (Biggs, 1999). Moreover, the teaching and learning activities must be student-focused and student-active rather than teacher-focused to help students to be an active learner in their learning. For instance, Rynning (2014) observes that many beginner students in Norwegian colleges, who lack the basic learning strategy, in a traditional lecture setting achieve a little pedagogic effect.

Peer assessment is a student-centered learning form in which students evaluate each other's work. Formative peer assessment (FPA) involves students assessing and giving feedback to peers' drafts of work, and it focuses on improvement of students' learning and their learning process in contrast to summative peer assessment that evaluates students' success after the learning process (Sadler 1998). This article examines into an effective implementation of FPA in writing lessons for the students of the preliminary course for engineering studies at UiT The Arctic University of Norway (UiT).

Earlier studies show FPA's many potential benefits to students' learning. For instance, it may help to achieve deep learning and develop students' capacities to use higher-order thinking skills such as critical thinking (Topping 1998, Lynch et al, 2012). It may also help students take control of their own learning and enhance their autonomous learning (Nicole and Macfarlane-Dick, 2014).

In addition, previous studies report that FPA can promote learners' writing performance with for example improved global writing skills (Lundstrom & Baker, 2009), enhanced awareness of their own writing (Min 2005) and increased audience awareness (Cho, Cho and Haker 2010).

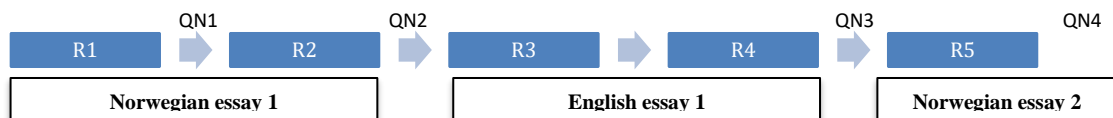
While FPA offers many benefits to learners, it also faces some challenges. One challenge is that students' perceptions and beliefs about peer assessment can influence a successful implementation of FPA. Kaufman and Schunn (2011), for example, show that students can have negative attitudes towards peer assessment because of their distrust for peers' or their own capability to assess their works. Such negative perceptions of FPA may decrease students' motivation to engage in FPA activities and may hinder potential benefits that FPA has on the students' learning. Therefore, more

inquiry into students' experiences from and perceptions of the different FPA arrangements is needed to promote a successful implementation of FPA.

The primary goal of this study is to investigate how we could design and implement FPA to enhance students' learning in the preparatory course writing lessons by focusing on their perceptions of FPA activities. The paper inquires into how students' perceptions have changed according to their experience with the FPA activities performed over a period of one semester. More concretely, the study attempts to answer the questions: 1) What are the students' perceptions of FPA as a learning method? 2) To what extent do their perceptions of FPA impact on their perceived learning effect?

## 2 METHOD

This study examines students' perceptions of FPA activities performed during the spring semester in 2022. In total five FPA rounds, R1, R2, R3, R4 and R5, were conducted in connection with three obligatory essay assignments in Norwegian (R1, R2 and R5) and in English (R3 and R4) (see *Fig. 1*). Two rounds (R1 and R3) were practice rounds in which students practiced to give feedback to other's work, using sample essays, while in the rest of the rounds, the students provided and received feedback to each other's essay drafts. Each round except for the two practice rounds contained five components: 1) assessment criteria formation, 2) peer-assessment of and peer feedback to peers' drafts, 3) self-assessment of own draft, 4) revision of peers' drafts and 5) revision of own draft. The peer-assessment and peer-feedback component required students to perform three activities: to annotate peers' text, to fill out an assessment form and to write a review of their assessment of the peers' drafts. Before R1 students were informed about the essay assignments and the process of FPA rounds. As tools for FPA, in total five digital tools and platforms were adopted initially. The social annotation tools Hypothes.is and Padlet were used to give and receive anonymous peer feedback. Teams was used for assessment criteria formation and other group works. Canvas was the submission channel, and Zoom was used for a few occasions due to the Covid-19 measures. Fewer digital tools were used as they proceeded with the FPA rounds.



*Fig. 1. FPA process*

In order to answer the research questions, the study adopts a qualitative research method with questionnaires. Participants were students of the preliminary course for engineer studies at UiT, campus Tromsø, enrolled in Communication and Norwegian course. All 25 students in the course participated in all FPA rounds and were invited to answer in total four anonymous online questionnaires (QN1 to QN4) after R1, R2, R4 and R5. The questionnaires request students' evaluation of the FPA as a learning method, focusing on their experience from it and their perceived learning impacts of the FPA on their learning. Semi-structured questionnaires are used, and approximately half of the questions in each questionnaire are open-ended questions, allowing students to describe their answers freely in their own words. The questions that ask about students' perceptions of FPA as a learning method include "Were FPA activities you performed positive for you? Explain your answer in a concrete manner" and "Were there anything that were not easy or not positive in FPA activities? Explain." The questions that ask about students' perceived learning impacts of FPA on their learning include "Do you think you have learnt anything from FPA activities", "What have you learnt?" and "To what extent do you think FPA assisted your learning?".

## 3 FINDINGS AND DISCUSSION

All 25 students were invited to answer in total four questionnaires after FPA rounds. Response rates ranged from 44 % to 60 %. The first questionnaire (QN1) had a response rate of 56%, the second questionnaire (QN2) 44%, the third questionnaire (QN3) 48% and the last questionnaire 60% (QN4).



Concerning the students' perceptions of the FPA as a learning method, the questionnaires show that their perceptions became more positive over time. As shown in *Table 1*, after the first FPA round, slightly more than half of the participants regarded FPA as useful for their learning, whereas the other half did not agree with this. In contrast, after the final FPA round, almost all students gave a positive answer to the question "To what extent do you think FPA assisted your learning?"

*Table 1. "To what extent do you think FPA assisted your learning?"*

	1 (very small degree)	2	3 (neutral)	4	5 (largely agree)
QN1	0%	14,3%	28,6%	57,1%	
QN4	0%	0%	6,7%	80%	13,3%

As for what they believe they have learnt, it shifted from more general learning gains to more subject specific learning gains over time. After R1, almost all students meant that becoming familiar with assessment criteria was their learning gain (91,7%), and a very few (8,3%) meant that they have learnt how to write a recipient friendly text. After R2, fewer students answered familiarity with assessment criteria as an achieved learning outcome (54,5%), and more students answered that they learned how to provide feedback (27,3%). Only a few meant that they have learnt argumentation/academic writing (18,2%) after R2. In contrast, after R3 no students mentioned familiarity with assessment criteria as their learning gain, but most of the students meant that they have developed their understanding of the subject specific matters in writing. Almost half of the participants believed that they have enhanced their language and writing skills (45,4%), 36,3% conveyed that they have learnt how to write an argumentative essay, and a few (9,1%) meant that they have improved their reference techniques.

The lower percentage of the students' positive responses to FPA in the beginning may be partly attributed to students' negative perceptions about ability to assess. After R1 and R2, many described their scepticism for both assessing peers and being assessed by the peers. Some students were not sure whether they were capable of evaluating peers, as illustrated by students' comments "*(I) feel that we don't have sufficient competence to start evaluating other's texts.*" and "*It was also difficult to know whether the feedback (I) gave was good, if the peer did not actually revise his/her text according to the feedback.*" Others show scepticism or even distrust for the peers' assessment ability: "*But the uncertainties with peers' assessments are whether the person assessing the text is capable enough to make (good) suggestions for revisions*".

The students' scepticism and distrust for assessment capability may be tightly connected to the poor quality of the feedback they gave and received. After R1 and R2, many meant that providing good quality feedback was difficult: "*To give constructive criticism was more demanding*". Others meant that they received poor feedback from peers: "*Revising a text based on the feedback from another student when it showed that this student clearly did not know how to write a text (was not easy).*" The poor quality feedback the students gave to each other may have led to their scepticism for assessment capability. In order to avoid the issues of assessment capability and trust, the students must be able to provide good quality feedback to each other (cf. Wanner and Palmer 2018). This will in turn increase their motivation to and engagement in FPA activities.

What counts as good quality feedback may be arguable, but avoiding subjective judgement may contribute to a positive experience with peer-feedback. After R2, one student wrote that his/her feedback hurt the peer's feeling: "*It was not positive, but educational. (...) I personally marked that the person who received my feedback was hurt, without my intention. I learned to be careful in the way I write, but this was not a positive experience.*" This student also meant that (s)he "*learned to be neutral (when giving feedback)*". As feedback practice is a communication process, students must be trained to improve the communication skills to avoid a potential conflict and to benefit from peers' feedback. Previous studies also emphasize that more practice, especially lessons on what constructive feedback means, is needed for students to learn how to give quality feedback (cf. Wanner and Palmer 2018).



In order to improve the quality of the students' feedback, before R3, they had training in providing more constructive feedback. They were instructed to avoid authoritative tone and provide feedback in a more nuanced manner, using polite language with hedging. They were also instructed to give peers "helpful" feedback, which could be used to relate their essays to their learning goals and the assessment criteria. In addition, the instructor gave comments to the students' feedback and corrected the feedback that were not accurate, to help them to develop their feedback writing skills. This may have assisted students to produce more quality feedback. After R3 and R4, the students' comments about the scepticism for the assessment ability disappeared from the answers to the questionnaires. In fact, in QN4 after the final FPA round, most of the students responded that they trust their own capability to assess (80%) and peers' capability to assess (87%). Thus, training to provide useful feedback as well as scaffolding from the instructor may help students to produce more constructive feedback and help them to be more confident in assessing peers' and own works.

Another factor that may have contributed to students' increased confidence in assessment in the later FPA rounds is the gained familiarity with the assessment criteria. As mentioned above, many students meant that their major learning gain in the early FPA rounds was to become familiar with assessment criteria. In each FPA round, the students first formed assessment criteria before engaging themselves in peer feedback. Involving students in assessment formation has been reported to be beneficial for the students (Nicol and MacFarlane 2006, Wanner and Palmer 2018). Nicol and MacFarlane (2006) advocate that clarifying assessment criteria and engaging students in forming criteria help develop students' capacity to self-regulate good performance. It seems that many students have attained increased awareness of the promotion of their own performance as they gained their experience of FPA. After R3, one student wrote *"The (FPA) task reminded me what parts of my written texts I need to focus on improving. Finding and correcting the mistakes of others reminded me what mistakes are common, and that I should look out for them."* The comment suggests that (s)he could monitor and evaluate his/her goal progress in writing through FPA, which is an important factor for self-regulated learning (cf. Lynch et al, 2012). Thus, being familiar with assessment criteria may have helped promote students' performance, which may in turn have contributed to increased self-esteem and confidence in assessing peers and being assessed by peers.

In addition to the trust and capability issues, the students' responses show their dissatisfaction with the FPA organizations in the early FPA rounds. In the beginning, the students were not very satisfied with the teacher's instructions, the platforms adopted and the time management. Many meant that instructions were not very clear and there were too many platforms to work with: *"In the start (it was not easy) to understand the procedure and the platforms used"*. Also, many meant that the time distributed to each task was not completely adequate: *"Sometimes (we had) too little or too much time (to complete a task)(...)"* After R2, the components of FPA were simplified with fewer platforms, the students were given clearer written instructions, and the time allocated to each task was adjusted according to the students' need for completing the task. This led to a positive result, and the students' responses after R3 show their satisfaction with these elements. Modelling and scaffolding of the peer assessment process is important for a successful FPA (Wanner and Palmer 2018), and clear instructions, fewer components and platforms and good time management are regarded to be part of the crucial elements when creating a model of an effective FPA.

#### 4 CONCLUSION

This article has discussed students' perceptions and experiences of FPA activities in writing lessons in the preliminary course. It has discussed that the students' negative attitude towards FPA is a factor that can undermine its effective implementation. Two issues may have caused the students' negative attitude during FPA. The students' distrust for their own and peers' ability to assess has been argued to negatively influence their learning. To enhance their confidence to peer-assess and reduce their scepticism and distrust, students need to be trained to provide quality feedback and they need more experience in evaluating works of different quality with ample practice sessions. They also need to be involved in assessment criteria formation in order to develop their understanding of the standard of their work and enhance capacity to self-regulate good performance (Nicol and McFarlane 2006). Moreover, the FPA activities must contain clear instructions, fewer components and good time and

tool management to promote students' positive attitude towards FPA. These results conform to some of the "best practice" principles of FPA in the literature (Nicol and McFarlane 2006, Wanner and Palmer 2018), and thus the study supports the usefulness of such principles from a Norwegian context.

One of the questions that should be further investigated is to what extent the instructor should be involved in the process of FPA. Students seemed to have nourished feedback skills by training as well as by teacher's intervention on their feedback. The teacher involvement is argued to be crucial for a good FPA practice in the literature (Wanner and Palmer 2018), while it has also been argued that FPA saves teacher's workload, shifting the burden for feedback production from the teacher to the students (Nicole 2010). It will be therefore meaningful to look into what constitutes an effective teacher intervention that benefits both the students and the teacher.

The current study investigated into a design and implementation of an effective FPA for the preliminary course students, who may benefit more effectively from active learning. It has been reported that students in STEM disciplines also learn best through active learning activities in small-groups settings (Prince 2004). Therefore, the findings of this study may be relevant and useful for researchers and instructors in STEM disciplines who may wish to implement more student-active learning activities, including formative peer assessment, in their research and teaching.

## REFERENCES

- Biggs, J. 1999. What the Student Does: teaching for enhanced learning. *Higher Education Research & Development*, vol.18/1, ss.57-75.
- Cho, K., M. Cho, & Hacker. D. J. 2010. "Self-Monitoring Support for Learning to Write." *Interactive Learning Environments* 18 (2): 101–113.
- Kaufman, J.H., & Schunn, C.D. 2011. Students' perceptions about peer assessment for writing: their origin and impact on revision work. *Instr Sci* 39, 387–406 <https://doi.org/10.1007/s11251-010-9133-6>
- Li, H., Xiong, Y., Hunter, C.V., Guo, X., & Tywoniw, R. 2019. Does peer assessment promote student learning? A metaanalysis. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, pp. 1-19, [10.1080/02602938.2019.1620679](https://doi.org/10.1080/02602938.2019.1620679)
- Lundstrom, K., & Baker. W. 2009. To give better than to receive: The benefits of peer review to the reviewer's own writing. *Journal of Second Language Writing*, 18, 30–43.
- Lynch, R, P., McNamara, M. and Seery, N. 2012. 'Promoting deep learning in a teacher education programme through self- and peer-assessment and feedback', *European Journal of Teacher Education*, 35:2:179-197
- Nicol, D. 2010. From monologue to dialogue: improving written feedback processes in mass higher education, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 35:5, 501-517, DOI: 10.1080/02602931003786559
- Nicol, D. & Macfarlane-Dick, D. 2006. Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles and good feedback practice
- Nicol, D., Thomson, A. & Breslin, C. 2014. Rethinking feedback practices in higher education: a peer review perspective, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 39:1, 102-122, DOI: 10.1080/02602938.2013.795518
- Min, H. 2005. Training students to become successful peer reviewers. *System: An International Journal of Educational Technology and Applied Linguistics*, 33(2), 293-308. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/61925306?accountid=11162>
- Prince, M. 2004. Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of engineering education*, 93(3), 223-231.
- Rynning, M. 2014. Kan våre studenter lære mer hvis vi forteller dem mindre? *Uniped*, vol. 37/3, ss. 59-62.
- Sadler, D. R. 1998. Formative assessment: revisiting the territory, *Assessment in Education*, 5(1), 77–84.
- Topping, K. 1998. "Peer Assessment Between Students in Colleges and Universities." *Review of Educational Research* 68: 249–276. doi:10.3102/00346543068003249.
- Wanner, T & Palmer, E. 2018. Formative self-and peer assessment for improved student learning: the crucial factors of design, teacher participation and feedback. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 43:7, 1032-1047, DOI:10.1080/02602938.2018.1427698

# The blind leading the blind?

## Filling the knowledge gap by student peer assessment

K. Møllersen, *Department of Community Medicine, UiT - The Arctic University of Norway*

**ABSTRACT:** Prior knowledge in certain mathematical topics is essential for fundamental understanding of most STEM subjects, and closing the gap from secondary education is a prerequisite for success. The teacher's dilemma in higher education is the time dedicated to teaching secondary level maths versus the course's actual curriculum. To close the knowledge gap for a group of PhD students at the Faculty of Health Sciences at UiT, they were given a set of exercises to solve at home, and then did peer assessment in groups in the classroom.

This contribution presents pros and cons of active learning in the form of cooperative formative peer assessment exemplified in a two-hour math seminar. Although both students and teaching staff were positive, there are several risks to be considered. In conclusion, the math seminar succeeded in time-efficient assessment, but the final quality control is missing. The described balance between resources and quality can hopefully spark discussion within the framework of everyday higher education.

### 1. SCHOLARLY CONTEXTUALISATION

Two major components in education are prior knowledge and feedback. All higher education builds on some kind of prior knowledge and skills, mainly based on secondary school curriculum or prior university level courses. Successful teaching and learning rely on meeting the students at their skill level, making sure that knowledge gaps are filled. However, there are little to no allocated resources within the universities to fill those knowledge gaps, naturally so, since university level education institutions are concerned mainly with university level teaching.

In STEM education, prior skills in mathematics are essential for the students to succeed. As pointed out by Derr et al. [5], there is a need to close secondary school gaps before starting the curriculum, and the high heterogeneity in students' skills is a challenge. Filling the knowledge gaps with few resources relies on high student involvement, and delicately balancing the workload versus the students' learning outcome. Active learning has proven successful also in STEM education [7], and this opens the opportunity for the students to learn without the teacher to teach. Self-regulated learning and active learning can be seen as a duo, where self-regulated learning is a skill both necessary for success in active learning environments, but also a skill that can be acquired through active learning activities, see, e.g., [4] for self-regulated learning in higher education.

Feedback is essential to all learning, including self-regulated learning [3], and can be part of an active learning scheme through peer assessment. Whereas summative assessment (grades) is dominated by teaching personnel, formative assessment with its focus on learning through feedback is an arena where the contribution of peers is more common [1]. Formative assessment facilitates self-regulated learning identified by seven principles of good feedback practice [11].

Active learning is often organised as cooperative learning, defined as students solving a task together as a small group with active participation from each member [10]. Cooperative learning implicitly includes peer-to-peer teaching [13], especially with heterogeneous skill levels.

Successful learning relies on adequate prior knowledge, ability for self-regulated learning and proper feedback. To close the knowledge gap from secondary education that some students have, a cooperative active learning scheme including formative peer assessment and spontaneous peer-to-peer teaching has the potential to lay the grounds for successful learning in higher education.

### 2. AIM AND PROBLEM

At the Faculty of Health Sciences at UiT The Arctic University of Norway, the course *HEL-8047 Statistical models, conclusions and uncertainty for scientific data analysis* (7 ECTS), is offered to PhD students. Prior knowledge in certain mathematical topics is essential for fundamental understanding of statistical concepts, and closing the gap from secondary education is a prerequisite for success. The

variety among health sciences PhD students regarding math skills is enormous: some need a slight brush-up; others never mastered mathematics and abandoned it as soon as possible.

To fill the knowledge gap, the students can participate in a maths seminar during the first week of the course. The maths seminar consists of student preparation by a set of exercises that the students solve individually at home, and a two-hour seminar where the students engage in peer-assessment with teaching staff present. The aim of the maths seminar is to give the students the opportunity to fill the knowledge gap in mathematics. Without resources allocated for the teaching staff, time spent on secondary level learning objectives steals time from the core subjects in university courses.

The main objective of this study is to describe this delicate balance through investigations on dedicated time and perceived outcome for both students and staff and offer insight into core pedagogical approaches through a real-life example. Pedagogical research describes and reveals contents and principles for successful teaching, but the resources needed to achieve success are too often ignored in the literature. An important contribution of this study is reflection around the pedagogical failures of the maths seminar, that can hopefully spark a discussion about which principles to prioritize, as opposed to which principles are better.

### 3. METHODS

The individual homework consisted of 33 short exercises focusing on fractions and equations, and 10 written exercises on probability. All exercises were at advanced 10th grade level. The students were provided with instructions of how to present a solution, and examples of solutions with adequate and inadequate step-by-step explanations. Students were encouraged to use Khan Academy for tutorials, and the exercises had matching key words for easier search.

At the maths seminar, the nine attending students organised themselves in two groups and exchanged homework, so that group A had the four individual homework of the students in group B, and vice versa, see Figure 1. The task was to assess the homework without access to solutions, so that the assessment relied on the combined math skills of the members of the group. At the end of the student assessment, each student got back their own homework with indications and additional comments. The thought behind this was for the students to assess the approach instead of right/wrong solutions, and to shift focus away from their own answers.

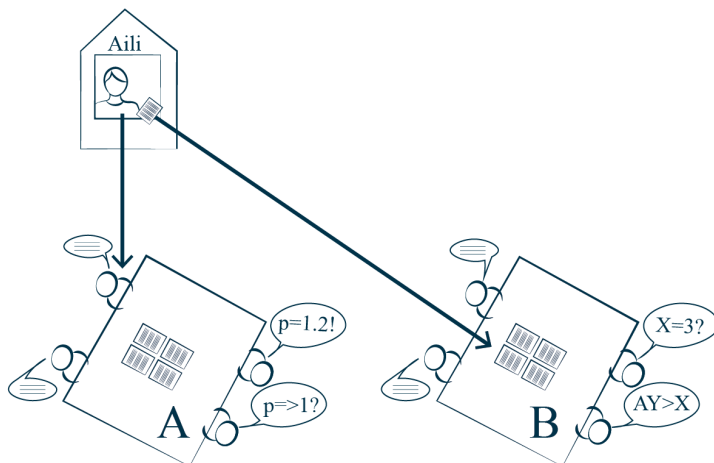


Fig. 1. Aili prepares by solving the exercises at home. At the math seminar, she is in group A, while her homework is assessed by the students in group B. CC-BY-SA-4.0. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Group\\_assessment.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Group_assessment.png)

The choice to leave it all to the students came from the sheer necessity in the everyday teaching reality where resources are scarce. The background for choosing this form was to engage the students' self-regulated learning through active learning in the form of cooperative formative peer assessment. The individual components are described in Section 1 and provides a theoretical justification for success. To ensure some quality control, a teaching assistant (TA) was present during the seminar and could be

engaged if the students needed some expertise. In addition, the last 10-15 minutes of the seminar was allocated to teacher-led explanations for exercises that students found difficult or could not agree on.

The study itself was conducted through assessment of three homeworks, observations in the classroom, interview with the TA, interview with four students (two from each group), and three questions in an anonymous questionnaire. Assessment of homeworks, observations and interviews were conducted by KM, the course leader and lecturer.

#### **4. FINDINGS**

The assessment of homework was done to investigate the actual math skills of the students, since the math seminar itself and the study relies on the target level being adequate. Of the three homeworks, two were very good (A or B) and one was catastrophically bad (fail), and in that sense reflects the hypothesis of heterogeneous skill level. All three students reported to have used 2-2.5 hours. The fail-student decided to engage in self-study and chose to re-do the exercises before the peer assessment session.

From the observations in the classroom, the students were actively discussing the exercises and solutions all through the seminar. They chose to work without a break for 90 minutes and managed to assess all exercises. The TA was actively engaged by the students.

The TA reported in the interview that the students asked for help as a group, had well-prepared questions, where they had already discussed different possible solutions, but could not agree on which was the correct one. Some questions were mere clarifications around concepts and words, but the majority were regarding correct or alternative approaches.

Four students were interviewed one by one. In addition to prepared questions regarding time and perceived outcome, the students were encouraged to bring forward any other thoughts and comments. The students reported to have used from two hours to "the whole evening" on the homework. All of them reported that the exercises were surprisingly difficult, knowing that it is 10th grade level. All of them reported to have used resources, either Khan Academy or old textbooks, but the extent of the use varied from a couple of exercises to nearly half of the exercises. The feedback regarding the homework swap varied; two of the students found it unproblematic, but the other two wished they could have their own solutions as well. One student found it intimidating that someone else was reading her solutions, that they would see how poor skills she has in mathematics. None of the four students reported a need to get the exercises assessed by staff after having it peer assessed. However, one of them found the received assessment rather useless, because of the absence of instructive comments. Two of the students reported in the interviews that they got to know the other students at the seminar through the group work, and therefore felt more secure, especially when asking questions. This was a spontaneous comment, and the two other students were not asked explicitly about this topic. Overall, all four interviewed students expressed satisfaction with the math seminar; they felt that it was useful.

Nine students responded to an anonymous questionnaire regarding the course, and a few questions were dedicated to the math exercises. Only four of the nine respondents completed the homework before the seminar and were asked the question: "Did you find the maths exercises useful?". Three of them ticked the box "Yes. Fairly easy, but nice for repetition.", one ticked "Yes. Quite difficult, but important to learn." Three of those that completed the exercises also attended the seminar and were given the question "Did you find the maths exercise seminar useful?", to which all responded "Yes". The questions did open for comments, but none of the students commented further.

#### **5. DISCUSSION AND REFLECTION**

Before drawing any conclusions from this study, it is important to keep in mind that the number of students participating in this course is too low to generalise the findings in any statistically meaningful way. Implementation and use of a pedagogical tool requires balance between effort, results, and the uncertainty of the observed results. The uncertainty of the observed results is high, and the conclusions must be read as descriptions of the collected material.

From the interviews and assessment of the homework, it seems like minimum time invested by students are 2-2.5 hours for the homework. Then they spent two hours in the classroom for peer assessment and discussion. In sum, a clever student spends 4-5 hours. The teaching staff spent two hours in the classroom, and about three hours for preparations, in sum about five hours. Note that the five hours requires a ready-made set of exercises and does not include assessment and interviews.

The perceived outcome for the students was overall positive, with some suggestions for improvement, mainly structural. The main concerns regarding the math seminar before implementation were student discontent regarding the lack of expert assessment, or lack of dedication when solving the exercises beforehand and hence a break-down in the cooperative assessment. From the interviews and observation in class, students were content with peer assessment, but there is a potential for more students solving all exercises beforehand.

Engaging the students' self-regulated learning through active learning in the form of cooperative formative peer assessment can seem like a recipe for success, but there are shortcomings and pitfalls to consider, in general and for the math seminar in particular.

Students can be resistant to active learning [14] and peer assessment [9]. Although this study did not reveal an explicit resistance, it cannot be ruled out. Another aspect is that feedback can hinder learning, dependent on the students' prior knowledge [8]. With high heterogeneity, there is a risk for leaving the most capable students in a poorer state than before the seminar. One of the discontents expressed by a student was the lack of anonymity, as each student had their name on their homework. An easy solution is removing the names, but the size of the groups and the nature of the seminar hinders total anonymity, which has shown to have negative effects on peer assessment [12]. Although the students did express content, their perceived outcome is not necessarily in line with any objective outcome [6]. A major concern of the math seminar is the quality of the feedback [9], and there is a risk of "the blind leading the blind", where student consensus contains incorrect answers.

Nicol and Macfarlane-Dick presented seven principles for good feedback practice [11]. Fulfilling them all are not feasible within a two-hour math seminar. The following discussion is whether the math seminar has the potential to meet them.

*1. helps clarify what good performance is:* Homework in the form of exercises was chosen specifically to meet this principle. Although specific learning objectives can be clarifying, it is worth keeping in mind that for example "addition" can be both the learning objective of an 8-year-old and the subject of a PhD thesis.

*2. facilitates the development of self-assessment:* Peer assessment can nurture self-assessment [9]. For the math seminar, peer assessment was chosen due to limited teaching staff capacity, and because peer assessment is part of the course later on.

*3. delivers high quality information to students about their learning and*

*4. encourages teacher and peer dialogue around learning* were absent from the math seminar.

Learning mathematics is different from learning other subjects for PhD student at the Faculty of Health Sciences, but the math seminar, due to its limited time span, does not have a large potential for this.

*5. encourages positive motivational beliefs and self-esteem:* The students expressed in the interviews that the math seminar had both positive and negative effect on the self-esteem. Struggling with exercises that they knew were intended for 10th grade students had a negative effect, but working in groups and realising that also the other students struggle had a positive effect. Overall, they reported the effect to be positive.

*6. provides opportunities to close the gap between current and desired performance:* Working in groups has the potential of peer-to-peer teaching, and hence closing the knowledge gap. Although students were not instructed to teach each other, one student reported that this was exactly what happened.

*7. provides information to teachers that can be used to help shape teaching:* One of the key motivations for the math seminar is to get an understanding of the students' math skills. Through observations in the classroom, the teacher can get a good impression of the overall skill level.

### **The blind leading the blind?**

The Condorcet's jury theorem (1785), see e.g., [2], describes the probability of reaching the correct



decision through majority vote. With the right width of the knowledge gap, enough students in a group will reach the correct answer by themselves for the group to reach the correct answer. In this perspective, the described math seminar is not the blind leading the blind, but a project supported not only in pedagogical theory, but in probability theory itself.

## REFERENCES

- [1] Ashenafi, M.M. (2017), Peer-assessment in higher education – twenty-first century practices, challenges and the way forward, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 42:2, 226-251. [10.1080/02602938.2015.1100711](https://doi.org/10.1080/02602938.2015.1100711)
- [2] Boland, P.J. (1989), Majority Systems and the Condorcet Jury Theorem *Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)*, 38: 181-189. [10.2307/2348873](https://doi.org/10.2307/2348873)
- [3] Butler, D. L., & Winne, P. H. (1995). Feedback and Self-Regulated Learning: A Theoretical Synthesis. *Review of Educational Research*, 65(3), 245–281. [10.3102/00346543065003245](https://doi.org/10.3102/00346543065003245)
- [4] Cassidy (2011), S., Self-regulated learning in higher education: identifying key component processes, *Studies in Higher Education*, 36:8, 989-1000, [10.1080/03075079.2010.503269](https://doi.org/10.1080/03075079.2010.503269)
- [5] Derr, K., Hübl, R. & Ahmed, M.Z. (2018) Prior knowledge in mathematics and study success in engineering: informational value of learner data collected from a web-based pre-course, *European Journal of Engineering Education*, 43:6, 911-926, [10.1080/03043797.2018.1462765](https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1462765)
- [6] Deslauriers, L., et al., (2019), Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom, *Applied Physical Sciences*, 116 (39) 19251-19257, [10.1073/pnas.1821936116](https://doi.org/10.1073/pnas.1821936116)
- [7] Freeman, S., et al., (2014), Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics, *Psychological and Cognitive Sciences*, 111 (23) 8410-8415, [10.1073/pnas.1319030111](https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111)
- [8] Fyfe, E. R., & Rittle-Johnson, B. (2016). Feedback both helps and hinders learning: The causal role of prior knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 108(1), 82–97. [10.1037/edu0000053](https://doi.org/10.1037/edu0000053)
- [9] Gielen, S., et al. (2010). Improving the effectiveness of peer feedback for learning. *Learning and Instruction*, 20 (4), 304-315. [10.1016/j.learninstruc.2009.08.007](https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.08.007)
- [10] Krause, U., Stark, R., Mandl, H., (2009). The effects of cooperative learning and feedback on e-learning in statistics. *Learning and Instruction*, 19(2), 158-170, [10.1016/j.learninstruc.2008.03.003](https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.03.003)
- [11] Nicol, D.J., & Macfarlane-Dick, D., (2006) Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice, *Studies in Higher Education*, 31:2, 199-218, [10.1080/03075070600572090](https://doi.org/10.1080/03075070600572090)
- [12] Panadero, E., & Alqassab, M., (2019) An empirical review of anonymity effects in peer assessment, peer feedback, peer review, peer evaluation and peer grading, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 44:8, 1253-1278, [10.1080/02602938.2019.1600186](https://doi.org/10.1080/02602938.2019.1600186)
- [13] Stigmar, M., (2016) Peer-to-peer Teaching in Higher Education: A Critical Literature Review, *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning*, 24:2, 124-136, [10.1080/13611267.2016.1178963](https://doi.org/10.1080/13611267.2016.1178963)
- [14] Tharayil, S., Borrego, M., Prince, M. et al., (2018), Strategies to mitigate student resistance to active learning. *International Journal of STEM Education*, 5 (7), [10.1186/s40594-018-0102-y](https://doi.org/10.1186/s40594-018-0102-y)

# From theory to practical skills – effect of interactive simulation lab exercises for improved learning (DigiLab)

H. R. Hagland<sup>1</sup> & A. Alhourani<sup>2</sup>

1. *Department of Chemistry, Biosciences and Environmental Engineering, University of Stavanger*
2. *UniPed, Department of Education, University of Stavanger*

**ABSTRACT:** Molecular biology is a fundamental field of study that deals with the structure, function, and regulation of molecules that make up living organisms. It is a key discipline in the life sciences, and an understanding of molecular biology is essential for students pursuing careers in fields such as biotechnology, medicine, and research. However, learning about molecular biology can be challenging for students due to the complexity of the concepts and the abstract nature of the material. Students may struggle to grasp the underlying principles and apply them to real-world situations. One approach to improving student learning in molecular biology is the use of interactive laboratory exercises using virtual laboratory simulations. In our DigiLab project we assessed the use of Labster lab simulations to support and increase the learning of students in first year BSc “Cell Biology” as well as in the MSc course “Advanced Cell Biology”. We found that most students appreciated having the opportunity to engage with the taught curriculum through Labster simulations and found the exercises useful and relevant. However, the tool performed best in terms of feedback and compliance when used as pre-lab prerequisite for wet lab practical exercises. The challenge for us educators is to be able to design or re-invent our courses to better make use of the vast selection of digital educational tools available, as this requires effort and time. However, if given the resources and pedagogic support better integration of digital tools in our teaching will not only benefit our students, but more so give us tools to stay relevant to the rapid development within the science field.

## 1. INTRODUCTION

Molecular biology is a fundamental field of study that deals with the structure, function, and regulation of molecules that make up living organisms. It is a key discipline in the life sciences, and an understanding of molecular biology is essential for students pursuing careers in fields such as biotechnology, medicine, and research. However, learning about molecular biology can be challenging for students due to the complexity of the concepts and the abstract nature of the material. Students may struggle to grasp the underlying principles and apply them to real-world situations. Additionally, traditional teaching methods, such as lectures and textbook readings, may not be sufficient to provide students with a deep understanding of the subject.

One approach to improving student learning in molecular biology is the use of interactive laboratory exercises. Hands-on experiences can help students engage with the material in a more meaningful way and develop the skills and knowledge needed to succeed in the field. However, practical lab work can be costly, resource-intensive, and may not always be feasible due to time or logistical constraints. This is where virtual lab simulations can be a useful tool for educators. Virtual lab simulations allow students to conduct experiments and practice practical skills in a simulated environment, providing them with a realistic and interactive learning experience without the need for physical lab equipment. The student then becomes an active researcher through learning, not through passively receiving information, but through active exploration based on their previous knowledge.

The objective of the "DigiLab" project was to improve the learning of students in science subjects, specifically molecular biology, using gamified laboratory exercises delivered through virtual lab software. The project was funded by the Faculty of Science and Technology at the university of



Stavanger (UiS) to acquire student licenses for the virtual lab software Labster for a trial period of three semesters at the study program of Biological Chemistry at the University of Stavanger.

In order to address the challenges that students may face when learning molecular biology, the "DigiLab" project used Labster simulations of relevant themes to create blended courses in Cell Biology (BIO100) and Advanced Cell Biology (BIO515). These simulations were designed to help students prepare for class, revise concepts in an interactive manner, and offer differentiated instructions in relevant topics outside and in line with the main syllabus.

By using virtual lab simulations, the "DigiLab" project aimed to provide students with a more interactive and hands-on learning experience, making the learning process more engaging and enjoyable for students. Furthermore, virtual lab software also allowed for the creation of customized and differentiated instructions, enabling tailored learning experiences to the needs and abilities of individual students. Thus, virtual lab simulations potentially offer a way to tailor to different learning styles, levels of knowledge, and areas of interest, and can provide students with the opportunity to explore scientific concepts at their own pace. This can help students better understand and retain the material, as well as develop the skills and knowledge needed to succeed in their careers.

## **2. METHODS**

### **2.1 Informal questionnaire**

To assess student experiences with the virtual lab exercises, an informal questionnaire was administered to the participants of the "DigiLab" project at early term evaluations in Cell Biology.

### **2.2 Exam data**

To determine whether there was a positive trend in student performance after the implementation of blended learning, data on exam results dating back the last 6 years were analyzed. We compared the number of students who failed the exam, were exempted from the exam, or required a re-sit in the course after the implementation of blended learning to the average number of students in these categories over the past six years.

### **2.3 Wet labs**

In the MSc course Advanced Cell Biology, the Labster simulations acted as pre-lab exercises before completion of corresponding wet lab exercises. The lab reports from these exercises were based on the "Labster lab report" template provided by the software. Topics relevant for the course regarding cell culture work and corresponding analysis were chosen as examples to test the simulation to wet lab experience.

## **3. RESULTS**

The data is based on student and teacher's experiences after two consecutive terms of testing Labster in a BSc first year level course of Cell Biology and MSc first year course in Advanced Cell Biology at the Department of Chemistry, Biosciences and Environmental Engineering at University of Stavanger. The information from the informal questionnaires and student evaluation forms from two consecutive BSc Cell biology classes were conducted at early term autumn 2021 (*Table 1*) and after completion of a full-term autumn 2022 (*Table 2*).

*Table 1. Early student feedback after 3 Labster simulations in Cell Biology autumn 2021 (N= 26).*

## EARLY LABSTER FEEDBACK IN CELL BIOLOGY



The results show that most students (20 out of 26) found the Labster exercises useful for their understanding and learning early on in the autumn 2021 term after completing 3 Labster exercises corresponding to the taught curriculum (*Table 1*). The consecutive year, all Labster exercises (N= 26) had been offered throughout the term and the responses are pulled from added questions from annual course student evaluation questionnaire. Of the 14 students who had tried Labster, only one found that it was not useful for their learning, whereas the other 13 found it useful in varying degrees (*Table 2*).

*Table 2. Student feedback responses (N=18, 40% respondents of students enrolled in the course) from BSc course Cell Biology autumn 2022.*

## LABSTER STUDENT EXPERIENCES



At the end of every Labster simulation the user has to answer the question; “Do you feel like you gained relevant knowledge during this simulation?”. Of the respondents 50-60% found the exercises relevant to increasing their knowledge, while around 30% found them very relevant, and only less than 5 % found them not relevant (*Fig. 1*).

## MNT konferansen 2023 - UiS

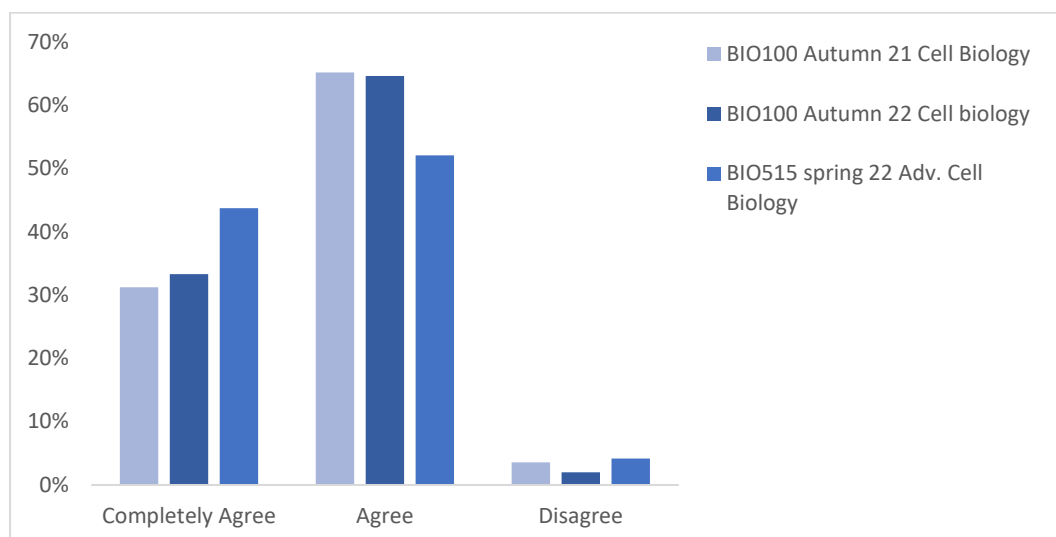


Figure 1. Feedback responses from students regarding the question “Do you feel like you gained relevant knowledge during this simulation?” after completing the different Labster exercises. The responses are from two different courses (BIO100 and BIO515) through three consecutive terms (N=259).

To assess whether the use of additional digital tools improved the student’s learning and understanding, we pulled exam data from the last 6 years to see whether we could see any correlation. In terms of grades the results do not change over these 6 years as the grade distribution follows a normal distribution (Table 3), with “C” being the average grade for 5 out of the 6 last years. What was interesting to see was that in general the number of students who deferred the exam and signed up for the re-sit decreased the last four years (exempting 2020 covid year as the outlier), with the lowest % in 2021 when we introduced a more varied teaching with more tools available for learning the curriculum. In addition, the number of students who handed in a blank exam has decreased the last years (Table 3).

Table 3. Exam statistics from year 2016 to 2022 in BIO100. \* Covid-19 Home exam conducted.

	2016	2017	2018	2019	2020*	2021	2022
<b>% Students who completed first attempt exam</b>	<b>83</b>	<b>78</b>	<b>72</b>	<b>80</b>	<b>89</b>	<b>76</b>	<b>89</b>
<b>% Blank exam hand in</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>% Students who did the re-sit exam based on total number of students in course</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Average course grade</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>

In the newly designed Advanced Cell Biology MSc course, Labster simulations were used both to improve on the understanding of the course content, but more for preparing students for the wet lab exercises conducted mid-term. Five students attended the course the first year and were assigned Labster simulations relevant for the course syllabus, wet lab but also after request from students themselves for chosen group work in presenting techniques used in molecular biology. The general feedback from the students were that the simulations offered a better understanding of the course content, however when used as a pre-lab exercise connected to the wet lab the simulations were very useful. As teachers of course content and wet lab exercises, we experienced that the students were more prepared and had a better understanding of the different tasks conducted in the wet lab after the Labster simulations.

#### 4. DISCUSSION

The field of molecular biology has rapidly evolved the last decades with development of advanced techniques as well as the understanding of the complexity of molecular biological regulations. Teaching the subject may be challenging as students should learn and comprehend complex terminology, understand advanced biological systems, and learn new analytical techniques that are continuously changing. Thus, both educators and students would benefit from having educational tools to better visualize and simulate the complexity of molecular biology and its corresponding techniques using interactive programs.

In the "DigiLab" project, Labster simulations were used in blended courses in Cell Biology and Advanced Cell Biology to help students prepare for class, revise concepts in an interactive manner, and offer differentiated instructions in relevant topics outside and relevant to the main syllabus. Virtual lab simulations can be particularly useful in fields such as molecular biology, where advances in technology and techniques are constantly being made (1). They can provide students with a safer and more controlled learning environment, allowing them to conduct experiments and practice skills without the risk of accidents or injuries (2)

Our results show that in the first year BSc course "Cell Biology", where curriculum is mainly taught using ordinary lectures, the students were overall content with the Labster simulations and found them useful for their learning. However, data usage extracted from the simulations also show that not all students accessed the simulations, nor completed them, a compliance challenge that has also previously been reported by others (3). Motivating students to use and perform laboratory exercises, in a course that do not offer wet lab as part of the course structure, was challenging. Students found the Labster exercises useful initially and we could see that many played through the simulations offered early at term, whereas the simulations covering the course syllabus later in term did not show large traction. This was contrary to the results from the MSc course "Advanced Cell Biology", which is taught as with a flipped classroom approach, in addition to containing a wet lab module. Here we found that there was near 100% compliance to performing the Labster simulations, moreover some of the students specifically requested extra simulations to be made available based on their own interest field. Whether Labster simulations had an impact on student's ability to perform at the exam is too early to tell, however we did see a gradual reduction in the number of students deferring the exam to the re-sit, something that has been more prevalent the previous years.

We experience that for Labster to be an effective tool in teaching one has to be conscious about finding simulations that align with the learning outcomes and objectives of the course. In the MSc course of "Advanced Cell Biology", Labster simulations directly correlated to the wet lab exercises, which was useful. Furthermore, the motivation for playing the simulations came from the student's themselves as they were directly correlated to what they were expected to perform in the following practical lab. Using Labster as a pre-lab preparation has been shown to both increase learning, preparedness and understanding of the practicalities and underlying theory of wet lab exercises (4). Moreover, there is evidence that combining lectures with animations increases students retention of taught material (5), however we find that the animations or lab simulations need to be directly relevant for the taught course curriculum to keep students engaged. The emerging trend is that we as educators need to step out of our comfortable lecture halls with final exam assessments, and rethink how we can best engage and improve our students knowledge in our courses using a variety of tools and assessments (6).

##### 4.1 How would this fit in blended or flipped classroom model?

In a flipped classroom model, students would be expected to complete the virtual lab simulations as pre-class preparation. This would allow instructors to spend more time in class on hands-on activities, group work, and problem-solving, rather than lecturing on theoretical concepts. By completing the simulations before class, students would have a better understanding of the material and be better

prepared to engage with these activities. In a blended learning model, the virtual lab simulations would be used as part of a more comprehensive approach to instruction, which combines both online and in-person components. The simulations could be used to supplement traditional lectures, as well as to provide additional practice and reinforcement of concepts. By using a blend of online and in-person instruction, instructors can offer a more personalized and flexible learning experience that meets the needs of all students. Additionally, using virtual lab simulations can be more cost-effective and resource-efficient than traditional wet lab exercises, as they do not require physical equipment or materials. This can be particularly beneficial for courses that may not have access to a fully equipped laboratory or that need to adapt to rapid technology improvements. Furthermore, using Labster simulations to prepare students for wet lab exercises may improve their practical skills and confidence when completing physical lab work.

### 4.2 Alignment with Norwegian education quality

The Norwegian higher education system is known for its emphasis on student-centered, interactive learning and the adoption of innovative teaching methods (7). Virtual lab simulations, such as those offered by Labster, can support this emphasis by providing students with interactive and hands-on learning experiences that allow them to apply their knowledge and skills in a real-world context, otherwise unavailable to them due to restraints on cost, resources and infrastructure. By incorporating Labster simulations into course instruction, educators in Norway can enhance student learning and engagement, and cater to the diverse needs of their students.

Furthermore, the cost and resource savings that come with using virtual lab simulations may be especially relevant in the Norwegian higher education context, where universities often face financial constraints and may not have access to extensive laboratory resources. By using virtual lab simulations as a supplement to traditional wet lab exercises, educators can reduce costs and resource use while still providing students with valuable learning experiences.

### 4.3 Conclusion

As this has been a funded educational project with limited time scope, it is hard to conclude that the access to digital lab simulations have improved the learning of students. We can only rely on informal course feedback, Labster simulation feedback and student course evaluation scores to draw any preliminary conclusions. So far, the student's seem to appreciate the access to additional visual tools to better understand and comprehend challenging subjects, however we see that to take full advantage of Labster as a supportive digital tool, the educators themselves has to be conscious of how the course is structured and how students are tested. Thus, our experience running the DigiLab project suggests that gamified laboratory exercises using computer simulation software can be a valuable tool for enhancing student learning and engagement in science education. It provides a more interactive and immersive learning experience allowing students to safely practice their skills and knowledge in a controlled environment, at less cost than ordinary wet lab exercises. The biggest challenge moving forward is for us educators to be able to design or re-invent our courses to better make use of the vast selection of digital educational tools available, not only for our benefit but more so to improve our students learning and engagement with science.

### REFERENCES

1. Udin WN, Ramli M, Muzzazinah. Virtual laboratory for enhancing students' understanding on abstract biology concepts and laboratory skills: a systematic review. *J. Phys.: Conf. Ser.* 2020; 1521(4):42025.
2. Dyrberg NR, Treusch AH, Wiegand C. Virtual laboratories in science education: students' motivation and experiences in two tertiary biology courses. *Journal of Biological Education* 2017; 51(4):358–74.
3. Caroline L. Smith, Sarah K. Coleman. Using Labster to improve Bioscience student learning and engagement in practical classes 2017.

## MNT konferansen 2023 - UiS

4. Bonde MT, Makransky G, Wandall J, Larsen MV, Morsing M, Jarmer H et al. Improving biotech education through gamified laboratory simulations. *Nat Biotechnol* 2014; 32(7):694–7. Available from: URL: <https://www.nature.com/articles/nbt.2955>.
5. McClean P, Johnson C, Rogers R, Daniels L, Reber J, Slator BM et al. Molecular and cellular biology animations: development and impact on student learning. *Cell Biol Educ* 2005; 4(2):169–79.
6. Levin HM. More than just test scores. *Prospects* 2012; 42(3):269–84.
7. NOKUT. Årsrapport 2019 2019 [cited 2023 Jan 16]. Available from: URL: [https://www.nokut.no/siteassets/om-nokut/arsrapporter-og-tildelingsbrev/2019/arsrapport\\_2019.pdf](https://www.nokut.no/siteassets/om-nokut/arsrapporter-og-tildelingsbrev/2019/arsrapport_2019.pdf).

# Certification of practical skills engages students and promotes learning

Simone I. Lang<sup>1</sup>, Tina Dahl<sup>1</sup> & Pernille B. Eidesen<sup>1,2</sup>, *1 Department of Arctic Biology, The University Centre in Svalbard, P.O.Box 156, 9171 Longyearbyen, Svalbard, 2 Dep. of Biology didactics, Department of Biosciences, University of Oslo, P.O box 1066, Blindern, 0316 Oslo*

**ABSTRACT: Practical lab- and field skills are usually verified indirectly, through lab or field reports delivered in writing after the practical activity.**

**Motivated by improving constructive alignment between described learning outcomes related to practical skills and assessment, we developed and tested certification protocols for a set of field and lab activities.**

**The protocols included a general introduction, and a combined learning activity and assessment session planned as a skill ladder consisting of 1) practicing skills to reach confidence in own abilities, 2) demonstrate your skills to someone certified at this level, 3) becoming certified and 4) participate in certifying others.**

**The certification process worked like a chain reaction, initiated by an instructor certifying the first students. The exercise was approved when the student was certified at x number of steps. The students received a physical certificate stating achieved skill level.**

**This method was first tested and evaluated in lab courses focusing on microscopy skills<sup>1</sup>. Overall, certification increased motivation and engagement and students were positive towards a continuation and further implementation of the method but pointed to the need of more time to practice between being introduced to the method and the certification. Based on these experiences, similar procedures were developed for two different field courses, evaluating skills related to performing snow profiles and vegetation analyses as well as a set of abiotic measurements commonly used in ecology.**

**In the field, students felt ambiguous about whether more time to practice improved their learning. Yet the students' perception of their ability to use the methods increased, from first introduction to final certification with a practice period that stretched over several days. The certification method was also a useful tool to prepare and align teachers to a given method.**

**We will discuss key elements facilitating successful use of certification as both a learning and assessment method of practical skills.**

**KEYWORDS:** assessment, certification, engagement, practical skills

## REFERENCES

Eidesen, P.B., A. Bjune & S. Lang (2022) Learning through assessment exchange the lab report with certification of microscopy skills. Poster. UNIS Learning Forum.

# Surveying constructive alignment using CALEQ

## – exploratory factor analysis

C.B. Strømme<sup>1</sup>, H. Barron<sup>2</sup>, and J. Nyléhn<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>*University of Bergen, Department of biological sciences/bioCEED,*

<sup>2</sup>*Bemidji State University, Department of Biology*

**ABSTRACT:** Constructive alignment has influenced outcomes-based higher education worldwide as a tool for course design. Framed on this principle, the Constructive alignment learning experience questionnaire (CALEQ) was developed by Australian education researchers for the purpose of surveying student perceptions of key course aspects. Here we present a first step in the validation process of a CALEQ version available in Norwegian Bokmål that was developed at UiB in 2021. We performed an exploratory factor analysis using data obtained from student responses to the twenty items of CALEQ to identify the underlying factor structure. Our analysis indicates a three-factor structure for the four main constructs of CALEQ, suggesting a strong association between how students respond to items concerning clarity of intended learning outcomes and teaching alignment. As a next step, we will assess these results in correspondence with available qualitative data from associated focus group interviews with students.

## 1 INTRODUCTION

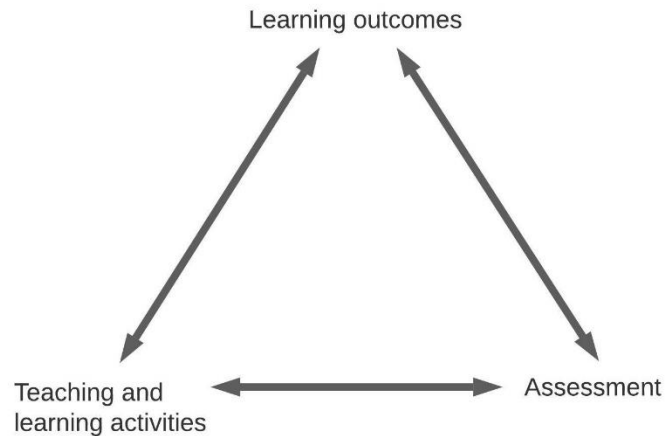
The Constructive Alignment Learning Evaluation Questionnaire (CALEQ) was developed for surveying student perceptions of their learning situations in university courses (Fitzallen et al. 2017), framed on the principle Constructive alignment (Biggs 1996). The survey is structured onto four different scales intended to capture student perceptions of the relationships between learning outcomes (ILOs), teaching and learning (T&L) activities, assessment and feedback received from instructors. Despite the impact of constructive alignment in higher education, there is scarce evidence of CALEQ being applied in higher education research literature (but see Roßnagel et al. 2021).

We tested a Norwegian language (Bokmål) version of CALEQ in student surveys for undergraduate biology courses at the University of Bergen (UiB) to assess the applicability of CALEQ in a Scandinavian context. This report details the initial step for validating CALEQ in Norwegian where we applied exploratory factor analysis.

## 2 THEORETICAL BACKGROUND

Constructive alignment was initially put forward by John Biggs (1996) as a student-centred approach to higher education course design. The principle is founded on constructivism, thereby implying that the learner gradually develops knowledge based on previous knowledge and through experience and interaction with the surrounding environment. In its essence, constructive alignment is concerned with the inherent dynamics between the intended learning outcomes (ILOs), the teaching and learning activities and assessment activities in a course (Biggs & Tang 2011). This interdependence is often visualized as a triangle (Figure 1). Constructive alignment started out as a theoretical construct, framed in discussions of educational quality among teachers, administration, and educational developers. Meanwhile, Loughlin et al. (2021) warn that the concept of constructive alignment can be applied top-down in a mechanistic and simplistic manner as a quality assurance tool, which might undermine and diminish its relevance for educational development.





**Figure 1.** Constructive alignment illustrated as a triangle with interdependence among the intended learning outcomes, teaching and learning activities and the assessment. Adapted from Biggs (1996).

### 3 METHODS

#### 3.1 Translation of questionnaire

The questionnaire (Table 1) was translated from English to Norwegian in a stepwise process: 1) individual translations by CBS, JN (authors) and Arild Raaheim (Professor in Pedagogy, UiB); 2) consensus translation by the three translators; 3) evaluation and feedback on the translated survey by a group of student collaborators, and 4) testing of the translated survey as part of a Master Thesis project.

#### 3.2 Surveys

The CALEQ survey items were included in electronic student course evaluation questionnaires used for six undergraduate courses taught between 2021 and 2022 at the Department of biological sciences (BIO), University of Bergen (UiB). The questionnaires were uploaded and distributed using SurveyXact (Ramboll, Denmark), and this service provider collected the survey responses. At the beginning of the questionnaire, students were informed of the research purpose of the questionnaire and asked for consent. Responses from students that declined were omitted from the study. The sequence of the twenty items was randomised in each questionnaire and responses were on a five-point Likert scale (“Strongly disagree”, “Disagree”, “Neutral”, “Agree”, “Strongly agree”). A sixth option was included if the students perceived the item not to be relevant to the course experience (“Not applicable”). In those cases, responses were omitted. Out of 310 survey respondents that consented to data being used for research purposes, 145 had complete answers for all 20 items in CALEQ and could thus be used for exploratory factor analysis.

#### 3.3 Statistical analysis

We performed exploratory factor analysis in R (R Core Team 2021) using functions in the package *psych* (Revelle 2021). We performed a Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test (function *KMO*) to assess whether the data could be subjected to exploratory factor analysis. We extracted factors using Velicer’s minimum average partial (MAP) test (function *vss*) and used the function *fa* for the factorial analysis. For factor extraction and analysis, we specified the correlation type to polychoric since the Likert response categories were on an ordinal scale. Further, we applied oblimin rotation and maximum likelihood estimation. We represented the outcome using a factor diagram produced by applying the function *fa.diagram*.

MNT konferansen 2023 - UiS

Table 1. Constructive alignment learning experience questionnaire items in Norwegian (translated) and English (Fitzallen et al. 2017) versions.

Label	Norwegian (Bokmål)	English
ClarityILO1	Jeg hadde en klar forståelse av hva jeg skulle lære	I had a clear idea of what I was supposed to learn
ClarityILO2	Jeg fikk en klar forståelse av hvordan det jeg lærte kunne anvendes	I was given a clear idea of what I needed to be able to do with the topics learnt
ClarityILO3	Jeg var aldri i tvil om hva jeg skulle lære underveis i dette emnet	I was never in doubt about what I was supposed to be learning in this unit
ClarityILO4	Emneplanene var klare med hensyn til hva jeg skulle lære	The unit documents clearly outlined what I was supposed to learn
ClarityILO5	Jeg ble jevnlig minnet på hva jeg skulle lære i emnet	I was constantly reminded of what I was supposed to learn during the unit
TeachAlign1	Undervisnings- og læringsaktivitetene var rettet mot det jeg skulle lære	The teaching and learning activities addressed what I was supposed to learn
TeachAlign2	Undervisnings- og læringsaktivitetene bidro til at jeg lærte det jeg skulle	The teaching and learning activities helped me learn what I was supposed to learn
TeachAlign3	Undervisningen la opp til aktiv deltakelse i det jeg skulle lære	I was provided the opportunities to actively participate in what I was supposed to learn
TeachAlign4	Emnet inneholdt varierte aktiviteter som bidro til at jeg lærte det jeg skulle	I was provided a variety of activities that helped me learn what I was supposed to learn
TeachAlign5	Jeg fikk klar informasjon om hva jeg trengte å gjøre for å lære det jeg skulle	I was given clear and specific instructions as to what to do in learning what I was supposed to learn
Assessment1	Eksamen/vurderingsformen hadde klar sammenheng med det jeg skulle lære	The assessment tasks addressed what I was supposed to learn
Assessment2	Jeg fikk klar informasjon om hvordan eksamen/vurderingsformen samsvarte med det jeg skulle lære	It was explained clearly to me how the assessment tasks were related to what I was supposed to learn
Assessment3	Eksamen/vurderingsformen ga meg anledning til å vise hvor godt jeg hadde lært det jeg skulle	The assessment tasks provided opportunities for me to demonstrate how well I had achieved what I was supposed to learn
Assessment4	Karakteren(e) min(e) samsvarte relativt bra med hvor godt jeg hadde oppnådd det jeg skulle lære	The grades that I received indicated fairly how well I had achieved what I was supposed to learn
Assessment5	Jeg fikk nyttig tilbakemelding på hvor bra jeg hadde oppnådd det jeg skulle lære	I received useful feedback on how well I had achieved what I was supposed to learn
Feedback1	Jeg fikk tilbakemelding som samsvarte med oppgitte vurderingskriterier	I received feedback that related directly to the assessment criteria
Feedback2	Jeg fikk klar tilbakemelding på hva jeg skulle lære	I received feedback that was clear and specific to what I was supposed to learn
Feedback3	Jeg fikk tilbakemelding som bidro til at jeg kunne forberede meg til neste vurdering	I received feedback that helped me prepare for the next assessment tasks
Feedback4	Tilbakemeldingene ga meg en mulighet til å ta grep for å forbedre egen læring	I could take action to improve my own learning based on the feedback provided
Feedback5	Tilbakemeldingene gjorde meg bedre i stand til å vurdere eget arbeid	I was able to make informed judgements about my own work from the feedback provided

#### 4 RESULTS AND DISCUSSION

In terms of overall factor score adequacy, the KMO test yielded an overall measure of 0.91, with item measures ranging from 0.66 (item Assessment 4, “The grades that I received indicated fairly how well I had achieved what I was supposed to learn”) to 0.96 (item Feedback 2, “I received feedback that was clear and specific to what I was supposed to learn”).

For factor extraction, we obtained a minimum MAP estimate of 0.03 with three factors that together explained 64% of total variance (Fig. 2). Items from the scales Clarity of ILOs and Teaching Alignment grouped onto factor 1 that accounted for 28% of total variance. Further, items from the Feedback effectiveness grouped together with Assessment Alignment item 5 onto factor 3 that accounted for 14% of total variance. The remaining four items from the Assessment Alignment scale grouped onto factor 2 that accounted for 23% of total variance.

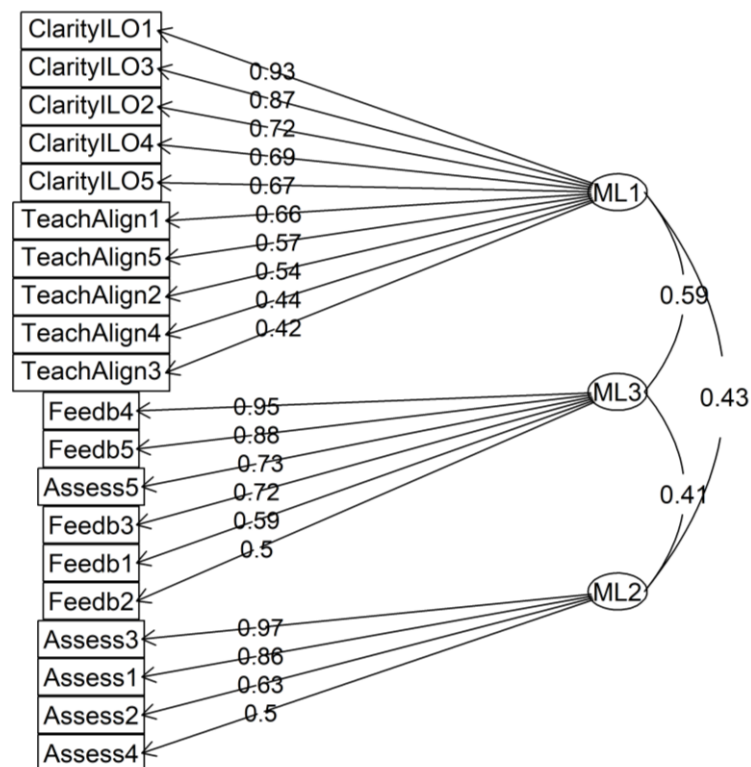


Fig. 1. Three-factor structure for Constructive Alignment Learning Experience Questionnaire items using maximum likelihood estimation. Factor loadings are displayed on straight vertices to the left while factor correlations are shown on curved vertices to the right. Data were obtained from 145 complete responses to course evaluation questionnaires obtained between 2021 and 2022.

We were able to perform an exploratory factor analysis of the twenty items in a Norwegian version of CALEQ using data obtained from 145 students in undergraduate biology courses. While CALEQ is structured as four separate scales directed at the main aspects of constructive alignment, the analysis of our data revealed three factors that together explained 64% of total variance. Although the items addressing *Feedback effectiveness* and *Assessment alignment* grouped mainly along the lines of those scales, *Clarity of ILOs* and *Teaching alignment* items were all grouped onto a single factor.

The grouping of *Clarity of ILOs* and *Teaching alignment* items suggests a strong association between these scales in our data. Although the survey responses were obtained from six different undergraduate courses over a period of two years, we cannot exclude that this association results from local influences such as teaching culture. Therefore, we suggest that additional data from other departments and higher education institutions in Norway can help clarify whether the association between those two scales can be attributed to the respective constructs or rather the context in which our data were gathered.

For the factors ML2 and ML3, items grouped along the lines of the respective CALEQ scales except for one occurrence. While the item Assessment5 (“I received useful feedback on how well I had achieved what I was supposed to learn”) was formulated by the creators of CALEQ under the construct *Assessment alignment*, our analysis grouped this item onto factor ML3 with the items from *Feedback effectiveness*. We suggest that this result can be related to the wording of the item, since the object of the sentence is “useful feedback”.

Constructive alignment was developed by John Biggs (1996) primarily as a student-centred approach to teaching and learning. The principle has been shown to promote academic achievement of students and has since its origin grown in popularity among educators and educational developers. The CALEQ questionnaire is, to our knowledge, the first attempt to numerically assess students’ perceptions of how well learning objectives are aligned with teaching and assessment. In relation to our work with CALEQ at our institution, the questionnaire has been included in student surveys intended for course evaluation. As a next step, we will assess how available qualitative data from focus group interviews with students can inform the factor structure that was revealed in our exploratory analysis. Further, expanding the data series to include respondents from other institutions and disciplines can help clarify the suitability of CALEQ to assessing constructive alignment for courses in Norwegian higher education.

#### 4.1 Limitations of the study

This is a pilot study using CALEQ that has involved a limited number of courses at BIO, UIB. To our knowledge, this is the first translation and application of CALEQ in a Norwegian context.

## 5 ACKNOWLEDGMENTS

We thank Arild Råheim for participation in the translation of CALEQ, the master students Hannah Kristine Guthu, Tonje Ailin Lokøy and Nathalie Sortland for piloting CALEQ in two courses and interviewing students, and Sehoya Cotner for contributing to discussions during project development.

## REFERENCES

- Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education*, 32(3), 347-364. <https://doi.org/10.1007/BF00138871>
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). Aligning assessment tasks with intended learning outcomes: principles. In *Teaching for Quality Learning at University. What the Student Does* (4th ed., pp. 191-223). McGraw Hill.
- Fitzallen, N., Brown, N., Biggs, J., & Tang, C. (2017). Students’ Perceptions of Constructive Alignment: Validation of a Data Collection Instrument. International Conference on Teaching and Learning in Higher Education, Kuala Terengganu.
- Loughlin, C., Lygo-Baker, S., & Lindberg-Sand, Å. (2021). Reclaiming constructive alignment. *European Journal of Higher Education*, 11(2), 119-136. <https://doi.org/10.1080/21568235.2020.1816197>
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Revelle, W. (2021) psych: Procedures for Personality and Psychological Research, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA, <https://CRAN.R-project.org/package=psych> Version = 2.1.9.,.
- Stamov Roßnagel, C., Fitzallen, N., & Lo Baido, K. (2021). Constructive alignment and the learning experience: relationships with student motivation and perceived learning demands. *Higher Education Research & Development*, 40(4), 838-851. <https://doi.org/10.1080/07294360.2020.1787956>

# Core Themes in Critical Thinking: Perspectives from Students and Teachers

J. Nyléhn, C. Boge, and J. Soulé, *University of Bergen*

**ABSTRACT:** There is a broad consensus that university studies should facilitate students' critical thinking skills, as asked for in a multitude of policy documents and from work life. There is, however, a lack of consensus of what critical thinking is. The present study investigates university students' and teachers' understanding of critical thinking, and what barriers they perceive prevent critical thinking. Three main dimensions were found in the concept of critical thinking: 1) *skills* (e.g., interpretation, hypothesis testing, evaluation of validity, discussion); 2) *dispositions* (e.g., predispositions and biases, openness for multiple viewpoints, willingness to reconsider established truths, belief in authority); and 3) *knowledge* (e.g., lack of knowledge and experience, lack of time, unclear concept). University teachers estimated a higher amount of critical thinking in university courses compared to the students, and the teachers also mentioned more diverse examples of critical thinking, especially in relation to research skills. Both students and teachers reported *time* to be the main barrier for critical thinking. Other barriers were lack of adequate knowledge, experience, exposure to a multitude of perspectives and biases. The study concludes with recommendations for teaching.

## 1 INTRODUCTION

There is a broad consensus that critical thinking is of uttermost importance in higher education, as shown in many different policy documents as well as asked for from working life (Meld.St. 16 (2020-2021), Meld.St. 16 (2016-2017), Parr et al. 2022, Penkauskienė et al. 2019). Despite this consensus, there is a lack of agreement of what critical thinking is (Gunawardena and Wilson 2021, Moore 2013). University teachers should facilitate students' development of critical thinking, but the multitude of definitions might confuse (Moore 2013). Gunawardena and Wilson (2021) state that the diverse definitions and inconsistent terminology of critical thinking is a major problem to accomplish this goal.

To increase the knowledge of the content of critical thinking, we put forward the following research questions:

- How do teachers and students understand the concept of critical thinking?
- How and to what degree do teachers and students perceive critical thinking as a part of teaching?
- Which barriers do teachers and students perceive for critical thinking?

## 2 THEORETICAL FRAMEWORK

Moore (2013) warned against regarding “critical thinking” as a singular concept. On the contrary, the concept “critical thinking” might be understood as a “family resemblance group” in the tradition stemming from Wittgenstein (Fox 2014). A family resemblance group consists of interconnected and related words or topics, which overlap and underpin a concept in a complicated network (Fox 2014). The items partly overlap with each other, leading to multiple layers of connections within a complicated concept. Such complicated terms are caused when humans engage in iterative social negotiations of their meaning.

Conceptual complexity is to be expected in a family resemblance group. Such concepts are dimensional, and subsets of the dimensions might be useful for different purposes. Thomas and Lok (2015) reviewed the research on critical thinking and identified and structured the components they found. They identified three main categories: skills, dispositions, and knowledge (*Fig. 1*). Each of the main categories consisted of three subcategories in the model of Thomas and Lok (2015).

Several *cognitive skills* are relevant for critical thinking. Thomas and Lok (2015) suggest three subsets of critical thinking skills: 1) *reasoning*, the ability to identify and explore evidence and explanations; 2) *evaluation*, the ability to analyze and interpret; and 3) *self-regulation*, the ability to reflect upon and gather evidence.

Personal *dispositions* are also of relevance, defined as willingness to perform something under certain conditions. Thomas and Lok (2015) put forward three categories of dispositions relevant for critical thinking: 1) *attitudes*, for example being open-minded; 2) *intellectual virtues* as being truth seeking and curious; and 3) *habits of mind*, for example the tendency to move beyond black-and-white (dichotomous) thinking.

Thomas and Lok (2015) identified three subclasses of *knowledge* relevant for critical thinking: 1) *general information* that enables evaluation; 2) *knowledge specific* for the discipline or context; and 3) *experience*, including personal development through life and work. The deep connection between knowledge and critical thinking is widespread in literature, and numerous authors point out that critical thinking is not possible without knowledge. Willingham (2019) argues that critical thinking needs to be learned in close connection to content knowledge, as knowledge is pivotal to think critically about a topic.

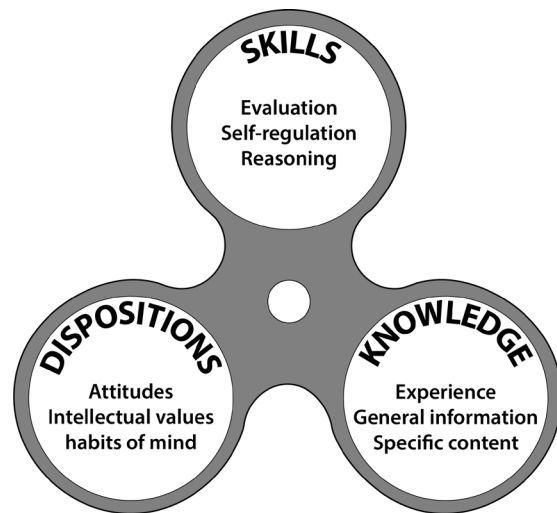


Figure 1. The main categories of the concept of critical thinking, adapted from Thomas and Lok (2015).

### 3 METHOD

The present work is a qualitative pilot study which aims at 1) exploring how biology students and teachers perceive critical thinking in the teaching activities they participate in, and 2) identifying which barriers they encounter in their curriculum.

We designed a survey based on a short questionnaire created in SurveyXact which consisted of 5 open questions and one question with a 4-point Likert scale (Cohen et al. 2011). The questions were: “What does critical thinking mean to you?”; “Which aspects of critical thinking are important in your academic field?”; “To what extent is critical thinking part of your teaching?” (Likert scale); “In which contexts do students apply critical thinking in your course?”; “Which factors limit students’ critical thinking?” and “What are limits to your own critical thinking?”.

The questionnaire was first sent to the teachers of the Department of biological sciences, University of Bergen. A slightly modified version of the questionnaire was then sent to a group of 4<sup>th</sup>-year students at the same department. Focus of the questions was equal to those the teachers received, but the phrasing of the questions was adapted to be more suitable for the student respondents.

We used conventional content analysis (i.e., inductive coding or free coding), and assigned codes to excerpts after data collection based on the data material and not previous research and theory (Hsieh 2005). In the present study, all responses were both analyzed and coded individually by the three authors. Codes were then brought together, compared, and discussed in order to identify unique items, to merge semantic duplicates, and to strengthen consistency between the authors’ analyses. The codes were subsequently gathered into categories and later compared to the three main categories of the model of Thomas and Lok (2015).

### 4 RESULTS AND DISCUSSION

The small survey on critical thinking gave us 16 valid teacher responses and 9 valid student responses. Numerous dimensions were identified in the answers, in accordance with Moore (2013) and Thomas and Lok (2015). However, the concept “critical thinking” seems to be perceived as more complex and multifaceted among teachers, compared to the students understanding of the concept. As we finished coding the teacher response to the first question, “What does critical thinking mean to you?”, we counted

15 unique codes. The most frequent of these codes among teachers are *validity*, *perspectives*, *information evaluation* and *judgment*, while the most frequent code among students is *being critical*. This is expressed by one of the students “to be critical to information and to be skeptical and questioning something”. Analogous to the teacher respondents, the second most frequent codes among students are *validity* and *judgment*. Some students responded that the meaning of critical thinking was unclear, that it was hard to know what it meant. The code “to be critical” is more prevalent in student answers than among teachers, which might indicate a shallow understanding of critical thinking (“critical thinking is to be critical”), lacking depth and examples.

When asking the teachers which aspects of critical thinking they find important for their academic field (Question 2), the most frequent code is *methodological criticism*. This implies the ability to both use and evaluate relevant research methods, and models, for example accurate procedures for collecting and analyzing data, and critically evaluate mathematical models. *Knowledge* is the second most frequent code among the teacher answers: in order to be critical, adequate knowledge of the subject is essential. Students, on the other hand, consider *information evaluation* to be the most important aspect of their field of study. In addition, students highlight the importance of critically evaluating different points of view (*perspectives*), as well as clear *graphical presentations*. Contrary to the teachers, *methodological criticism* is not mentioned by the students.

In the third question we asked the teachers to what extent critical thinking is part of their teaching, by using a 4-point Likert scale (*to a large extent, to some extent, little, not at all*). Students were asked to what extent critical thinking has been part of the teaching they have participated in, giving them the same scale as the teachers. All teachers claim that critical thinking is part of their teaching, 56 % stated it is a major part of their teaching while the remaining 44 % stated it is to some extent part of their teaching. Two thirds of the students agree that critical thinking is to some extent part of the teaching, while one third of the students experienced that critical thinking was a little part of the teaching.

In the fourth question the respondents were asked to exemplify activities where students apply critical thinking in their courses. Many teachers mention *discussion* and *methodological criticism* as activities, other examples of critical thinking in teaching include to discuss different sources of information and literature (*information evaluation*) or implementing critical thinking as a part of *problematization*, *reflections* and students giving feedback to other students (*peer evaluation*). Students – on the other hand – emphasize *information evaluation* as the most frequent example where critical thinking is used in their courses. The second most frequent mentioned examples include *perspectives*, explained by one of the students as “comparing statements, articles or facts”.

Regarding factors that limit the use of critical thinking in teaching (Question 5), teachers and students are more aligned. *Lack of experience* is by far the most frequent factor according to the teachers: “Respect for authorities, lack of experience in assessing and discussing a case from several sides”, as one teacher puts it. Lack of *time*, *belief in authority*, lack of *knowledge* and *bias* are other factors mentioned by several teachers in the survey. Students emphasize *knowledge* and *lack of experience*, as well as *time*, *superficial learning* and *information evaluation*.

In the sixth and last of the open-ended questions we asked what limits teachers’ and students’ personal critical thinking. Once again answers were aligned, as lack of *time* is the most frequent code in both the teacher and student survey. *Bias* and lack of *knowledge* are other factors mentioned by both groups.

#### 4.1 Categories of critical thinking

We identified three main categories with subcategories in the qualitative content analysis (Fig. 2): 1) *skills* (e.g., interpretation, hypothesis testing, evaluation of validity, discussion); 2) *dispositions* (e.g., predispositions and biases, openness for multiple viewpoints, willingness to reconsider established truths, belief in authority); and 3) *knowledge* (e.g., lack of knowledge and experience, lack of time, unclear concept).

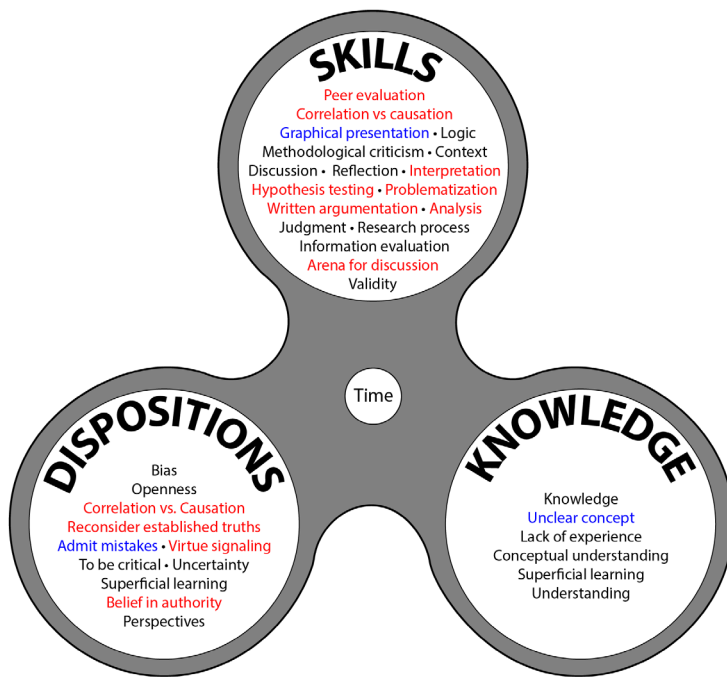


Figure 2: Categorization of the codes by the main categories of the concept of critical thinking, adapted from Thomas and Lok (2015). Red: codes only found in the teachers' survey; blue: codes only found in the students' survey; black: codes found in both surveys.

Students, on the other hand, seem to focus more on explicit examples of critical thinking. For example, to interpret graphs critically, especially notifying the starting point of the axes. In addition, many students associate critical thinking with the process of searching for relevant literature and information and critically evaluate the results of the search. Several of the students stress the importance of being critical to information on the Internet and social media.

### 4.3 Perceived barriers to critical thinking

Time is by far the most frequently mentioned barrier for critical thinking among both students and teachers. This is not surprising, as critical thinking is hard work, involving conscious and deliberate processes in the restricted working memory (Baddeley 2012, Willingham 2019).

Furthermore, superficial knowledge and lack of deeper understanding are recognized as a barrier for critical thinking in the present study. Critical thinking depends on a foundation of knowledge to build judgments upon (Lang 2016). Knowledge is also a main category in the model of critical thinking in Thomas and Lok (2015). Students are in the process of becoming a scholar, to acquire knowledge and learn the central skills and competences of a specific discipline. Their knowledge bases need to be built step by step, accompanied by their development of critical thinking. Agarwal et al. (2019) recommend mixing the learning of factual knowledge with higher order thinking.

Students also frequently mentioned belief in authority and the habit of believing that the textbook is the truth as barriers for critical thinking. Both students and teachers mentioned multiple perspectives as valuable to think critically on a given topic. Some teachers pointed out the lack of challenging viewpoints, for instance stating that they live in a “echo chamber around the lunch table”. Taken together, a diversity in perspectives is proposed as highly useful to support critical thinking.

Numerous respondents mentioned biases and predispositions as barriers for critical thinking. The fact that so many among the respondents mentioned bias can be seen as positive, as the first step to being more aware of our fast-paced and potentially unfair judgments and blind spots. On the other hand, mentioning bias might represent only a superficial awareness and not a willingness to challenge one's own predispositions. Furthermore, a teacher mentioned “virtue signaling” as a showoff of being correct, and a student mentioned the “shame of admitting mistakes” as barriers to critical thinking. Both statements might be interpreted as fear of thinking freely and openly, caused by our dependencies on each other and adaptations of the social brain (Dunbar 2003).

Our results are in accordance with the model of Thomas and Lok (2015). Both studies identified three similar main categories, critical thinking *skills*, *dispositions* and *knowledge*. We collected the data and coded the answers prior to reading Thomas and Lok (2015) and categorized our material independently of their model.

### 4.2 Critical thinking in teaching

According to the students, critical thinking is included in little or some degree in teaching. The teachers, however, state that there are some or high degree of critical thinking included in their teaching. This discrepancy might be solved when looking at what students and teachers understand as critical thinking. The teachers are giving more examples of critical thinking, especially research-related skills, for instance hypothesis testing.



#### 4.4 Limitations of the study

The present survey is a pilot study collecting data from a limited set of biology teachers and students from a single department. Our results thus reflect the perception of and barriers to critical thinking in a local teaching and learning environment.

#### 4.5 Recommendations for critical thinking in teaching

We recommend increasing (self-)awareness about critical thinking, its meaning, its various forms and its implications:

- A good starting point would be to be more conscious about critical thinking and to be aware of the multiple meanings of critical thinking. Willingham (2019) further emphasizes the importance of a tight learning design to align the subject matter and critical thinking.
- Present multiple viewpoints for the students, let them compare and judge the different perspectives. Be explicit and share your own “critical methods” and give examples on how you as a scholar read articles and textbooks to help them nuance their belief in authority.
- Establish an “open” climate in your classroom where no questions are too stupid; cultivate an open mind and curiosity for other perspectives.
- Give students the opportunity to be trained in argumentation, both oral and written. Provide an arena for debate and discussions.
- Notify students whenever they actually apply critical thinking, as a form of “positive reinforcement” to help them recognize what critical thinking is about.
- Critical thinking should also ideally be applied all over the curriculum, and not restricted to singular cases or when the teacher points out that it is needed.

#### REFERENCES

- Agarwal, P. K. (2019). Retrieval practice & Bloom’s taxonomy: Do students need fact knowledge before higher order learning? *Journal of Educational Psychology*, 111(2), 189-209. <https://doi.org/10.1037/edu0000282>
- Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research Methods in Education* (7 ed.). Routledge.
- Dunbar, R. I. M. (2003). The Social Brain: Mind, Language, and Society in Evolutionary Perspective. *Annual Review of Anthropology*, 32(1), 163-181. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.32.061002.093158>
- Fox, C. (2014). Wittgenstein on family resemblance. In K. D. Jolley (Ed.), *Wittgenstein Key Concepts* (pp. 51-62). Routledge.
- Gunawardena, M., & Wilson, K. (2021). Scaffolding students’ critical thinking: A process not an end game. *Thinking Skills and Creativity*, 41, 100848. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100848>
- Hsieh, H.-F., & Shannon, S. E. (2005). Three Approaches to Qualitative Content Analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>
- Lang, J. M. (2016). *Small Teaching. Everyday Lessons from the Science of Learning*. Jossey-Bass. A Wiley brand.
- Moore, T. (2013). Critical thinking: seven definitions in search of a concept. *Studies in Higher Education*, 38(4), 506-522. <https://doi.org/10.1080/03075079.2011.586995>
- Parr, A., Binagwaho, A., Stirling, A., Davies, A., Mbow, C., Hessen, D. O., Bonciani Nader, H., Salmi, J., Brown Burkins, M., Ramakrishna, S., Serrano, S., Schmelkes, S., Tong, S., & McCowan, T. (2022). *Knowledge-driven actions: transforming higher education for global sustainability*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380519>
- Penkauskienė, D., Railienė, A., & Cruz, G. (2019). How is critical thinking valued by the labour market? Employer perspectives from different European countries. *Studies in Higher Education*, 44(5), 804-815. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1586323>
- St.meld. 16 (2016-2017). Kultur for kvalitet i høyere utdanning. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-16-20162017/id2536007/>
- St.meld. 16 (2020-2021). Utdanning for omstilling — Økt arbeidslivsrelevans i høyere utdanning. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-16-20202021/id2838171/>
- Thomas, K., & Lok, B. (2015). Teaching Critical Thinking: An Operational Framework. In M. Davies & D. Barnett (Eds.), *The Palgrave Handbook of Critical Thinking in Higher Education* (pp. 93-105). Palgrave Macmillan.
- Willingham, D. T. (2019). How to teach critical thinking. *Education: future frontiers*, 17.

# Creating better work placements by understanding mentor challenges

K.Holtermann and S.Cotner, *Universitetet i Bergen*

## ABSTRACT:

**The project DEVELOP - Developing evidence-based mentoring for better STEM (i.e., science, technology, engineering, and math) work placements – focuses on the work placement *mentor/host* to develop a series of online modules to assist in mentoring students in university practise courses. Although several studies focus on student perceptions and needs during work-placement experiences, here has been little prior research on the host experience with student mentoring in discipline-based higher education work-placement. Through three focus group interviews with work placement mentors (*hosts*), we have learned more about the mentorship experience and the needs of the hosts and host companies.**

**KEYWORDS:** Work placement, Practice courses, Work relevance, Skills training, Mentoring

## BACKGROUND

Higher education in Norway is increasingly implementing work placements as part of a formal curriculum (Costley, 2011; Kennedy et al., 2015; Velle et al., 2017). There are several benefits from including work placements in higher education, such as increased skills training (Parker & Morris, 2016), enhanced motivation (Gardner & Belland, 2012; Kyndt et al., 2011) and enhanced understanding of future careers and occupations (Matthew et al., 2012). However, information on mentoring is largely lacking in both academia and discipline-based work placements with most of the research focusing on mentoring students in research rather than in career placement and professional development (Limeri et al., 2019; Tuma et al., 2021).

Students have varied experiences during work placements in professional education in Norway (Helseth et al., 2020). In these situations, both subject competence and mentoring competence of the supervisors, or *hosts*, are key to achieve learning outcomes. However, students often comment that the hosts lack mentoring competence (Helseth et al., 2020) and that the quality of mentoring varies considerably among hosts (Hegerstøm, 2020; Wiggen, 2014; Wiggen 2019). Further, there is little reason to think that mentoring competence is not important in work placements or that all hosts are skillful mentors. In an interview with hosts, none had undergone mentoring education and they also lacked knowledge on how to educate themselves to become effective mentors (Kristiansen & Wiggen, 2020).

DEVELOP is a three-year program, involving collaborators from the Institute of Marine Research, NORCE, the University of Bergen (UiB), the University of Oslo (UiO), the University of Tromsø (UiT), the University of Minnesota (UMN) in the US, and two Centres for Excellence in Education—iEarth and bioCEED. DEVELOP focuses on work-placement *mentors* (or *hosts*), with the objective to positively impact the work-placement experience for students, hosts and higher-education institutions. We report here on findings from a series of focus groups with work-placement hosts associated with three programs at UiB, UiT, and UiO. Specifically, we conducted one-hour discussions in Bergen, Tromsø, and Oslo, asking participants questions such as “can you share your experience with being a praxis host and having student interns?”, and “what has worked well and why?” Our aim with these focus groups was to identify areas where hosts could benefit from some mentoring guidance, and to construct online modules to provide this guidance.

## **METHODS**

During spring and fall of 2022, three focus-group interviews were conducted in three different campus cities in Norway. All participants in the focus group interviews were recruited because of their experience as mentors in work placement courses.

The goals for the interviews were two-fold: they were designed to (a) provide information for the ongoing project on developing online modules (or tutorials) for workplace hosts, and to (b) add to existing knowledge about work placement mentorship—especially related to host challenges and mentor-training needs.

All interviews were based on an interview guide developed by the research team. All questions were open-ended, and the interviews were semi-structured, and conducted as focus-group interviews. This format allowed each group member to comment on the input of others, and for the interviews to proceed like an informal conversation, thus the interviewer takes on the role of a moderator (Kvale and Brinkman 2009).

Our interview guide included these questions:

- Share your general experience as a workplace host. What do you have your student interns do when they work with you?
- Can you share what you think has worked well?
- What could be better, for you, about this experience? Can you identify specific challenges to you, in being a supervisor for a student intern?
- Complete this sentence: one thing that would help me be a better supervisor is....

Typical follow-up questions included prompts such as “do the rest of you agree with this sentiment?” or “does this experience match your own?” For each focus group, sound was recorded, and interviews were transcribed by two student researchers. Transcribers removed all personal identifiers (including names of the hosts’ companies) prior to analysis.

The study protocol, including the information and consent form, was notified to RETTE (the system for risk and compliance for the processing of personal data in research and student projects at UiB).

We used inductive coding to categorize host responses and group these categories (Table 1) into broader themes. For example, some host comments were categorized as “rewarding student experience,” (“we always worry that it’s maybe not rewarding enough for the student, like it’s training.”). Others expressed the need to know more about student skills prior to the praxis to better plan for the praxis experience.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

Three focus group interviews provide the data that is currently being analyzed. We have established an initial codebook, and we provide these codes and example quotes in Table 1. We find that there are different needs that can be addressed, such as practical tools to structure the daily activities of the work-placement (“I think we can do better, and have more structure for "when you are here"”) and routines for feedback (“It would have been nice with some general feedback from the university, not literally what the students say, but some feedback”) as well as the need for accessible pedagogical tutorials aimed at this group in particular (“Some of our researchers might not have a pedagogical background, so, it might not be that they necessarily know how to supervise students very well”).

MNT konferansen 2023 - UiS

TABLE 1		
Theme	Category	Example quotes
<b>Practical challenges addressed by the hosts</b>	Availability of workspace for students	We do not have an office for [the students], so we made a meeting room available. This is not ideal, and we would like to change this
	Course structure limiting projects	Our field work isn't going year-round, so that means the timings [of the course] sometimes don't line up very well. (...) autumn is usually quite quiet, so [the student] ended up doing a lot of lab work rather than field work
	Concern about contact person for student	The contact person isn't necessarily the person who has the most contact with them [is not the one supervising]
		... but we're always maybe a little bit worried that like, if there was ever a problem, then the correct contact person may not be the <i>right</i> contact person
<b>Information flow</b>	Information about student skills or background	I wish I knew more about the students' background
	Early communication between students and hosts	Meet the student beforehand, to know a little bit about what they can do, and also so we can tell a little bit about us, not just in writing (...)
	Physical meeting with the students	Maybe there could be a meeting where all the students and all the hosts could have met?
	Feedback from students to hosts	It would have been nice with some general feedback from the university, not literally what the students say, but some feedback [about the student experience]
<b>General concerns and observations</b>	Concern about repetitive work	We worry that maybe the training is a little bit too repetitive, that they'll spend their entire 150 hours sort of doing the same [thing]
	Concerns about rewarding experience	We always worry that that's maybe not rewarding enough for the student
	Identifying good projects for students	We meet the students by asking them what their interests are within their education. If we can get them motivated and engaged, there is a lot we can work with.
	Structuring the student practice	So there I think we can do better, and have more structure for "when you are here", "how many hours have you worked", and then, you know, let it be up to the student.
	Host skills required to train students	Some of our researchers might not have a pedagogical background, so, it might not be that they necessarily know how to supervise students very well

On a general note, participants have expressed interest in sharing experiences, and they expressed that they valued sharing experiences with other hosts. Thus, the format of the focus group interview proved to be useful both for the practical aspect of data gathering, and also for encouraging communication between the hosts. All groups were interested in tools to make them better mentors, providing us with examples of what they thought could be useful for them.

Initially we were concerned to ask for too much of the participants' time, but they all expressed that they wanted to participate because they find this work as mentors to be important, and they want to give the students a good learning opportunity. Many said that they are concerned about giving the students real life learning activities and providing them with a diversity of practical experiences.

Future DEVELOP work will focus on developing training modules for these and future hosts, and then evaluating these modules prior to broader dissemination. Further, we see a need to develop our language on talking about mentorship in these discipline-based work-placements in higher education. We have experience with developing student practice courses in STEM education (see example Velle 2017). However, we tend to use several words to describe the role of the contact person in the work placement, such as host, mentor, supervisor, and work-placement teacher. We also see that the hosts use several words to describe themselves. Could this also be a reflection of the role, with multiple interpretations? Establishing a consensus language for these hosts will help future collaborative efforts to understand, support, and improve the role of these critical individuals in our students' educations.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to acknowledge the work of student researchers Susanne Zazzera, Emma Falkeid Eriksen and Truls Aaby who are leading the focus-group analysis for this project. We would also like to thank Kelly Lane and Ariel Steele for their participation in the ongoing analysis and student-researcher training. And critically, we thank the hosts who are so generous with their knowledge and time—both as mentors to our students, and informant in the current work.

DEVELOP is supported by HK-dir – Økt arbeidsrelevans i høyere utdanning, project ARB-2021/10151.

## REFERENCES

- Costley, C. (2011). Workplace learning and higher education. In *The SAGE Handbook of Workplace Learning*. SAGE Publications.
- Gardner, J., & Belland, B. R. (2012). A Conceptual Framework for Organizing Active Learning Experiences in Biology Instruction. *Journal of Science Education and Technology*, 21(4), 465–475. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9338-8>
- Kennedy, M., Billett, S., Gherardi, S., & Grealish, L. (Eds.). (2015). *Practice-based Learning in Higher Education* (Vol. 10). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9502-9>
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *InterViews: Learning the craft of qualitative research interviewing*. Los Angeles, CA: Sage Publications.
- Kyndt, E., Dochy, F., Struyven, K., & Cascallar, E. (2011). The direct and indirect effect of motivation for learning on students' approaches to learning through the perceptions of workload and task complexity. *Higher Education Research and Development*, 30(2), 135–150. <https://doi.org/10.1080/07294360.2010.501329>
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Limeri, L. B., Asif, M. Z., Bridges, B. H. T., Esparza, D., Tuma, T. T., Sanders, D., Morrison, A. J., Rao, P., Harsh, J.A., Maltese, A. V., & Dolan, E. L. (2019). "Where's my mentor?!" characterizing negative mentoring experiences in undergraduate life science research. *CBE Life Sciences Education*, 18(4), 1–13. <https://doi.org/10.1187/cbe.19-02-0036>
- Matthew, S. M., Taylor, R. M. and Ellis, R. A. (2012). Relationships between students' experiences of learning in an undergraduate internship programme and new graduates' experiences of professional practice. *Higher Education* 64(4) 529-542.
- Parker, L. E., & Morris, S. R. (2016). A Survey of Practical Experiences & Co-Curricular Activities to Support Undergraduate Biology Education give students the opportunity to learn and practice standard lab techniques as well as data analysis and. 78(9). <https://doi.org/10.1525/abt.2016.78.9.719>.THE

## MNT konferansen 2023 - UiS

- Velle, G., Hole, T. N., Førland, O. K., Simonelli, A.-L., & Vandvik, V. (2017). Developing work placements in a discipline-oriented education. *Nordic Journal of STEM Education*, 1(1), 294. <https://doi.org/10.5324/njsteme.v1i1.2344>

# How to improve master students experience and learning outcome during their master's thesis?

Y. Stenstrøm<sup>\*1,2</sup>, L. Jensen<sup>3</sup>, L. Godager<sup>4</sup> and S. Antonsen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dep. Chemistry, Biotechnology and Food Science, Norwegian University of Life Sciences

\*Corresponding author: yngve.stenstrom@nmbu.no

<sup>2</sup>Department of Mechanical, Electronics and Chemical Engineering, Oslomet - Oslo Metropolitan University

<sup>3</sup>Drammen sykehus, Vestre Viken Helseforetak.

<sup>4</sup>Dep. of Educational Science, Faculty of Science and Technology, Norwegian University of Life Sciences

## ABSTRACT:

**Most studies on the follow-up and supervision of students, are focused on Ph.D. level, despite that most students complete their education with bachelor's or master's degrees. In a previous study on students working with their master's thesis in organic chemistry, our surveys revealed that many students are unsure of their own role and responsibilities. This insecurity leads to decreased motivation and efficacy.**

**We have previously described our work on understanding the situation for master students [1]. We also suggested some measures to improve the situation. One of these was clarification of expectations. We documented that a clear understanding of what is expected from them, what they can expect from the supervisor, and an understanding on how they will be assessed during the master's thesis, led to a targeted approach. The students worked more effectively on the different aspects of the project regarding theory, laboratory work, writing, data analysis etc., and thus had a better experience. The improvement was measured by questionnaires and interviews.**

**In this presentation, we will look more at measures used, and results from qualitative study interviews done during the process. These interviews aimed to learn about students' experience of the whole process, in particular, what affected the motivation and how supervision affected how they approached learning outcomes.**

**These interviews also revealed that the students felt more confident with the assessment of the thesis after the measures were introduced. Even though the distribution of grades were not changed, students were more pleased with the given grade and the experience of doing a master's degree, compared to control group. In addition, we will focus on how the learning management system Canvas was used in combination with other digital resources and how the traditional group meetings were transformed into a learning forum. Students' feedback and experiences are reported.**

## 1 INTRODUCTION:

We have recently published a paper on supervision on master students (Antonsen et al., 2022). We found that many students are unsure about their own role in the work on the master's thesis. The students also exposed low self-esteem and self-efficacy when working independent. It also seemed that most students chose to focus on the laboratory work, and postponing reading literature and writing on the thesis. This seems to be common for study programs with practical experimental work.

Wolff explains it by the fact that many perceive the writing as a result of the research rather than part of the process (Wolff, 2010). This is problematic as Beistel (1975), Herron (1978) and Johnstone (2006) have all shown that theoretical background is necessary to understand experiments. Some of our students

also confirmed that they realized too late that they might have made mistakes and misinterpretations in early laboratory experiments.

We interviewed master students from our research group, and from other research groups at NMBU and University of Oslo (all from chemistry and biotechnology sections). The results were that most of these students were unsure of what was expected from them, and that they felt stress due to this. Several also mentioned that they were very motivated prior to starting the work on the master's thesis. Sadly, they felt that they lost some of the motivation as they found the frames confusing compared to previous university courses. In particular, the students were confused about the evaluation and how they should prioritize time (Antonsen et al., 2022). Some also said that they felt that the time spent on understanding the framework was at the expense of the work on the master's thesis.

Even though little work is published on supervision of master students, some very relevant studies have been published (Anderson et al., 2008; Dysthe et al., 2006; Filippou et al., 2017; Firing et al., 2013). However, the main portion of studies of supervision, is on Ph.D. candidates, and we have also learned a lot from these. We chose to focus on the effects of self-efficacy (Bandura, 1997) and inner motivation (Ryan & Deci, 2017), as these are topics we have been interested in for a long time. Some major points useful as background for our study is summarized below:

1. The relationship between the supervisor and the student is essential for success in a research process (Dysthe et al., 2006). The supervision is especially important when it comes to writing the thesis: Students who experience the supervisor as an evaluator rather than a dialogue partner take few risks when it comes to writing (Dysthe, 2002; Dysthe, 2003).
2. Overall (2011) showed that high self-efficacy promotes further development of skills, which in turn produces better results, while Bishop and Bieschke (1998) showed that high self-efficacy has a direct effect on the student's interest in research and an indirect effect on their expectations of results.
3. Self-efficacy and self-esteem are influenced by, among other things, the guidance the student receives (Overall et al., 2011) In turn, it has been shown to affect the quality of the written product (Prat-Sala & Redford, 2012).
4. Self-efficacy is of great importance to keep motivation up when facing opposition and problems (Graham, 2007).

In this study, we investigated how measures affected the students' stress level during the work, confident during examination and how it made them reflect on their own work during the last part of the master's thesis.

## 2 MEASURES

Van Rensburg (2016) have pointed out the importance of the supervisor's contribution to the students being aware of, and making use of, the supporting framework that the university offers.

A course room was created for the master's students in the digital learning platform, Canvas, where useful information was posted.

All students were invited to discuss the first supervisor-student meeting, which is held in the semester before they begin work on the master's thesis. In this meeting we discussed what is expected from the student in the European Qualifications Framework – EQF (Kunnskapsdepartementet., 2011), and how we will reach that goal. In other words, we tried to make it very clear that also the master project is part of teaching. We also emphasized on the importance of independence, which is again listed in the EQF as a key qualification. It was also made clear that the writing and the theory is just as important as the practical laboratory work, and that the students must focus on all of these from the start.



To make students work throughout the semesters, we changed part of the group meetings – where research progress was reported – to more learning focused seminars. Here, students presented theoretical topics that was relevant for the project. The main thought here was to make students getting started with the literature searching. Students were encouraged to use the presentation and feedback to write on the theory of their thesis.

The student group was split in two groups, one group was exposed to the measures and one group was supervised as before (reference group). Details on the method can be read in our previous work (Antonsen et al., 2022).

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

The results presented herein are from the data obtained in the same interviews used in our previous work (Antonsen et al., 2022). However, the data described here was not discussed before.

These students also experienced that it was easier to interpret the research data after the aim and theory were clear, and thus easier to discuss with each other and with the supervisors. The students who presented theory in the seminars also reported that their belief in their own skills remained steady throughout the work period.

They also reported to work more targeted towards the final product with a better balance between thesis and laboratory work. Due to this, students seemed to have a better overview on the topics they were working with. We, the supervisors, experienced that the students took more control of their projects, and more often came with their own ideas and suggestions on how to solve problems.

Students reported in interviews that the measures helped them a lot, and in the questionnaire, they scored lower on stress level during the last weeks before submitting the thesis. This is no surprise, as many said in interviews that they save the writing for last, and then realize that it is more work, and harder than they assumed it would be (Antonsen et al., 2022).

Not surprising - but still interesting – these students also reported to enjoy the writing part of the project more, but still spent more time with laboratory work. They reported to work more hours in the laboratory per week, compared to the students that did not get these measures. It should be mentioned that supervisors did not encourage or force these students to work more: they simply wanted to, as they found the research more engaging. These students gave higher score on all questions regarding self-efficacy and motivation compared to the students who did not take part of this research project.

Of this, one student said: *“Honestly, the writing part was also fun. Well, at least reading literature and seeing the thesis take form. I felt that I learned something almost every day. I really enjoyed it!”*

Regarding the examination, the grades did not change significantly, but the students felt less stress before and during the oral presentation. Students also reported to have reflected more on their work due to better understanding of the expectations and evaluation criteria. This led to the students being more pleased with the given grade than the reference group. In another questionnaire, the students from the reference group demonstrated poorer ability to correctly place themselves on the grading scale (A-F) compared to the other students.

One student said that *“working with my thesis was different from what I expected. I am glad you went through the expectations and frame[work]. Some friends claimed that the independence was confusing, but I felt I had a good understanding. All in all, I’m pleased, but realize that research is not for me.”*

Another student said that *“I feel that I had a very good understanding of what was good and what was not good with my work. I felt some stress as I started my oral presentation, since this was the first time I met the examiner, but I pretty much knew my grade before I got it, and it proved to be correct. It turned out to be a good conversation, rather than the stressful experience I was expecting.”*

#### 4 CONCLUSION:

The results reveal that the introduced measures worked well in increasing the students understanding and reflection of their work. Students who followed the measures reported to feel less stress about the examination and evaluation of their work and was more aware of the quality of their work.

All in all, the students seem to feel less stress, and thus enjoy the master's thesis more compared after the listed measures were introduced.

#### 5 REFERENCES

- Anderson, C., Day, K., & McLaughlin, P. (2008). Student perspectives on the dissertation process in a masters degree concerned with professional practice. *Studies in Continuing Education*, 30(1), 33-49. <https://doi.org/10.1080/01580370701841531>
- Antonsen, S. G., Helèn Godager, L., Elisabeth Jensen, L., & Stenstrøm, Y. (2022). Økt mestringstro og motivasjon hos masterstudenter. *Uniped*, 45(2), 153-164.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Macmillan.
- Beistel, D. (1975). A Piagetian approach to general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 52(3), 151.
- Bishop, R. M., & Bieschke, K. J. (1998). Applying social cognitive theory to interest in research among counseling psychology doctoral students: A path analysis. *Journal of Counseling Psychology*, 45(2), 182.
- Dysthe, O. (2002). Professors as mediators of academic text cultures: An interview study with advisors and master's degree students in three disciplines in a Norwegian university. *Written communication*, 19(4), 493-544.
- Dysthe, O. (2003). Rettleiing av hovudfagsstudentar: undervisning, partnerskap eller lærlingskap? I J.-I. Nergård og S. Nasset, redaktører, *Det gjenstridige: Edmund Eriksen*, 60, 163-173.
- Dysthe, O., Samara, A., & Westheim, K. (2006). Multivoiced supervision of Master's students: a case study of alternative supervision practices in higher education. *Studies in Higher education*, 31(03), 299-318.
- Filippou, K., Kallo, J., & Mikkilä-Erdmann, M. (2017). Students' views on thesis supervision in international master's degree programmes in Finnish universities. *Intercultural Education*, 28(3), 334-352.
- Firing, K., Klomste, A. T., & Moen, F. (2013). Masterstudenters opplevelse av møter med veileder: Det er veiledningen som gjør at en føler at en mestrer. *Uniped*, 36(2), 81-92.
- Graham, S. (2007). Learner strategies and self-efficacy: Making the connection. *Language Learning Journal*, 35(1), 81-93.
- Herron, J. D. (1978). Piaget in the classroom. Guidelines for applications. *Journal of Chemical Education*, 55(3), 165.
- Johnstone, A. H. (2006). Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry education research and practice*, 7(2), 49-63.
- Kunnskapsdepartementet. (2011). Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk for livslang læring (NKR). In.
- Overall, N. C., Deane, K. L., & Peterson, E. R. (2011). Promoting doctoral students' research self-efficacy: Combining academic guidance with autonomy support. *Higher Education Research & Development*, 30(6), 791-805.
- Prat-Sala, M., & Redford, P. (2012). Writing essays: Does self-efficacy matter? The relationship between self-efficacy in reading and in writing and undergraduate students' performance in essay writing. *Educational Psychology*, 32(1), 9-20.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). *Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. Guilford Publications.
- van Rensburg, G. H., Mayers, P., & Roets, L. (2016). Supervision of post-graduate students in higher education. *Trends in nursing*, 3(1).
- Wolff, L. (2010). Learning through Writing: Reconceptualising the Research Supervision Process. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 22(3), 229-237.

## Bruk av digitale læringsressurser og beregningsverktøy i statistikkundervisning for ingeniørstudenter ved NTNU

Thea Bjørnland, Institutt for matematiske fag, NTNU  
thea.bjornland@ntnu.no

*Nøkkelord:* studentaktiv læring, digitale læringsressurser, tverrcampusundervisning, beregningsverktøy og statistikkundervisning

Ved NTNU tilbys det et grunnkurs i statistikk for ingeniørstudenter på tvers av tre campuser; Gjøvik, Trondheim og Ålesund (ca. 1100 studenter årlig). En åpenbar utfordring for fagteamet er å sikre god og relevant læring for en stor studentgruppe fordelt på tre geografiske lokasjoner og 12 ingeniørprogrammer, samt veilede studentene gjennom bruk av beregningsverktøy for statistiske analyser. For å ivareta et likhetsprinsipp på tvers av studiebyene, samt legge til rette for studentaktiv læring, har fagteamet utviklet en rekke digitale læringsressurser i form av temavideoer, automatisk rettede øvingsoppgaver og Jupyter notatbøker for statistiske beregninger med Python.

For å skape en enhetlig struktur gjennom semesteret har hver undervisningsuke et tydelig overordnet tema (f.eks. normalfordelingen) og inneholder samme type læringsressurser; korte temavideoer som studentene ser på egenhånd, arbeid med relevante eksempler og oppgaver i en digital felles plenumstime og campus-forelesninger, digitale og automatisk rettede øvingsoppgaver, og beregninger i Python. I forelesninger brukes studentresponsystemet Mentimeter.

Den ukentlige obligatoriske aktiviteten i emnet består av øvingsoppgaver i STACK - et vurderingsverktøy der numeriske verdier i oppgaveteksten randomiseres slik at hver student får et individuelt oppgavesett, og studentenes svar sjekkes automatisk. Studentene kan prøve seg frem helt til de finner riktig fremgangsmåte, og underveis oppsøke hjelp via et nettforum eller øvingstimer på campus. Av erfaring vet vi at slike automatisk rettede oppgaver basert på tallsvar kan skape frustrasjon og en følelse av at «noe må være feil med oppgaven» dersom studenten ikke kommer frem til riktig metode på egenhånd. Derfor har en stor innsats blitt lagt ned i å supplere oppgavesettet med steg-for-steg «hjelpoppgaver» i STACK som gir hint og anledning til å verifisere/endre fremgangsmåte.

Underveis i øvingsoppgavene blir studentene også bedt om å løse beregningsoppgaver eller gjennomføre data-analyse med Python. For å senke terskelen for å gjennomføre oppgaver som krever bruk av beregningsverktøy har vi fått opprettet en egen JupyterHub slik at studentene kan jobbe med Python-kode i nettleseren. I huben legger fagteamet ukentlig ut Jupyter Notatbøker med Python-kode som både hører til ukas temavideoer og øvingsoppgavene. Python som programmeringsverktøy brukes for å illustrere konsepter ved hjelp av stokastisk simulering, samt for å visualisere data og gjøre statistiske beregninger.

Ved MNT-konferansen ønsker vi å presentere erfaringer med bruk av disse digitale ressursene i undervisningen. Vi vil fokusere på studentenes oppfatning av emnet og læringsressursene (dokumentert i referansegrupper og spørreundersøkelser), studentenes faktiske bruk av ressurser (v.h.a. brukerhistorikk), samt fagteamets egne erfaringer.

# Fra kokebok til kontekstualisering i generell kjemi: Erfaringer fra implementering av casebasert laboratorieundervisning og medstudentvurdering

L. Østby\*<sup>1</sup>, E. Sundby<sup>1</sup>, K. Steinsbekk<sup>2</sup>, L. Mehli<sup>3</sup>, L. A. Nonstad<sup>1</sup>, S. Ekeberg<sup>1</sup>, H. Paulsen<sup>1</sup>, og A. Nordeng Jakobsen\*<sup>3</sup>

\* *Presenterende forfattere*

<sup>1)</sup> *Institutt for materialteknologi, NTNU*

<sup>2)</sup> *Institutt for bioingeniørfag, NTNU*

<sup>3)</sup> *Institutt for bioteknologi og matvitenskap, NTNU*

## **Sammendrag:**

Generell kjemi er et grunnlagsemne for en rekke ingeniør- og realfagsprogrammer og undervises ofte i store klasser (over 100 studenter). Ved NTNU har emnet tradisjonelt bestått av forelesninger, skriftlige øvinger og laboratorieundervisning. Laboratorieundervisning er antatt å være en studentaktiv læringsform, men i store grunnlagsemner er den ofte preget av innlæring av laboratorieferdigheter og å følge en oppskrift. Vår erfaring er læringen kan bli mer studentaktiv, og at bedre tilbakemeldingsrutiner på laboratorierapporter kan øke studentenes læring. Det er også behov for å gjøre laboratorieundervisningen mer arbeidslivsrelevant.

Gjennom prosjektet «Etablering av studentaktive lærings- og vurderingsformer i store grunnlagsemner» har vi etablert et læringsdesign med hensikt å skape kontekstuell- og problembasert læring gjennom bruk av case og medstudentvurdering i laboratorieundervisningen i tre ulike generell kjemi emner (TKJE1002, TKJE1006 og TKJE1016). Endret læringsdesign ble gjennomført første gang høsten 2022 for fire treårige profesjonsstudier med totalt 220 studenter ved fakultet for naturvitenskap ved NTNU.

I det endrede læringsdesignet ble én av de tradisjonelle laboratorieoppgavene erstattet med en arbeidsrelevant praktisk case, basert på en ISO sertifisert metode som brukes i mange analyselaboratorier. Casen ble utviklet i samarbeid med de involverte studieprogrammene, laboratorieingeniører som underviser i emnene og læringsassistenter. De samme læringsassistene deltok også ved gjennomføring av casen. Casen er formulert som et oppdrag til et analysefirma der studentene jobber som sommervikarer. Bakgrunnen er at det er observert algevekst og død fisk i en innsjø i en fiktiv kommune i Norge og at det er mistanke om at den aktuelle kommunens kloakkrensereanlegg ikke reduserer fosfatnivået tilstrekkelig. Gjennom spektrofotometrisk kvantifisering av fosfat i rensede og urensede prøver skal studentene vurdere effektiviteten av rensetrinnene, sammenlikne dette med kravene i Forurensningsforskriften og sammenfatte resultatene i en rapport til oppdragsgiver. I tillegg ble medstudentvurdering av rapporter fra den praktiske casen implementert i læringsdesignet. Rapportene vurderes ut fra enkle, men tydelig definerte kriterier. Medstudentvurderingen samt et refleksjonsnotat om egen læring inngår som et arbeidskrav i emnene.

Læringsdesignet vil bli evaluert gjennom studentenes refleksjoner om egen læring, spørreundersøkelser til studentgruppene, samt observatører i undervisningen og erfaringer fra involverte laboratorieingeniører, læringsassistenter og undervisere. Resultater og erfaringer vil bli presentert på konferansen.

**Nøkkelord:** ingeniørutdanning, case, laboratorierapporter, medstudentvurdering

## **Systematisk programtilnærming i innføring av medstudentvurdering for å styrke studentenes læring og autonomi**

Anita Nordeng Jakobsen\*, Åse Strand, Sunniva Hoel, Jørgen Lerfall, Kari Helgetun Langfoss, Lisbeth Mehli\*

Institutt for bioteknologi og matvitenskap, NTNU

\*Presenterende forfattere

Medstudentvurdering er en anerkjent formativ vurderingsmetode for å øke studenters læring og størst læringseffekt oppnås dersom studentene må anvende tilbakemeldingene for å forbedre egne arbeider. Aktiv deltagelse i medstudentvurdering kan stimulere generiske ferdigheter som kommunikasjon, selvrefleksjon, samt evne til å gi og motta konstruktiv kritikk. Dette er ferdigheter som også er høyt verdsatt av arbeidsgivere og som er viktig i et perspektiv om livslang læring.

I denne studien har vi systematisk utviklet, implementert og evaluert et læringsdesign som inkluderer studentaktiv læring og medstudentvurdering i et bachelorprogram i matvitenskap, teknologi og bærekraft ved NTNU i perioden 2020-2022. Medstudentvurdering er innført i to obligatoriske studieprogramspesifikke emner per studieår, totalt seks emner. Vanskelighetsgraden på medstudentvurderingen øker gradvis gjennom studieløpet. I første studieår er medstudentvurderingen knyttet til tydelige faglige og kommunikative kriterier i arbeid som alle studentene gjennomfører, mens tredjeårs studenter eksempelvis gir tilbakemelding på hverandres fagartikler hvor de må anvende sin totale fagkompetanse. Studiens hypotese er at en trinnvis opplæring og deltagelse i medstudentvurdering øker studentenes læring og autonomi.

Medstudentvurderingen er knyttet til obligatoriske læringsaktiviteter som case- og problembasert laboratorieundervisning, praksisstudier, temabaserte øvinger, og faginnlegg- og artikler i bloggformat. Tilbakemeldingene fra medstudenter skal benyttes i forbedring av eget arbeid og er ofte koblet til et refleksjonsnotat om egen læring. I siste studieår inngår arbeidet som del av sluttvurderingen i emnet.

Studentenes læring ble evaluert gjennom studentenes egen refleksjon, kursevalueringer, samt akademiske prestasjoner. Studentenes autonomiutvikling ble evaluert via en spørreundersøkelse gjennomført første og siste studieår. Fokusgruppeintervju av et utvalg av studenter fra det første studentkullet som har gjennomført hele læringsdesignet vil bli gjennomført ved årsskifte 2022/2023 for å analysere deres erfaringer og opplevelser med den systematiske programtilnærmingen til medstudentevaluering.

Overordnet læringsdesign, samt erfaringer og resultater vil bli presentert og diskutert på konferansen.

# Experiences with an interactive boardgame that teaches elements of a basic automatic control course

P. Jimarkon<sup>a</sup>, D. Rotondo<sup>b</sup>, K. Dikilitaş<sup>a</sup>, D. Efjestad Fjereide<sup>b</sup>

<sup>a</sup> *Department of Education, University of Stavanger, Norway*

<sup>b</sup> *Department of Electrical Engineering and Computer Science, University of Stavanger, Norway*

**ABSTRACT:** Zendo is a game of inductive logic designed by Kory Heath in 1999, in which one player (the master) must guide the other players (the students) so that they can correctly guess a secret rule. In the original game, this is done by building and studying structures that may or may not satisfy the secret rule, using a set of game components comprising pyramids, wedges, or blocks, that come in different colours, such as blue, red, or yellow [1]. A variant of this game, referred to as *Control Zendo* has been implemented and tested in the Spring 2022 Basic Automatic Control course (*ELE320 – Reguleringssteknikk*) at the University of Stavanger, Norway. This paper reports on the experiences collected about this interactive boardgame learning environment. The data has been collected from an open-ended survey where 16 students documented their in-context experiences, perceptions, and responses during the organized activities. Findings arrived through a process of reading, applying codes to excerpts, various rounds of coding, grouping codes according to categories and subsequently themes, and then interpreting them from a sociocultural perspective, based on the idea that social interaction plays a crucial role in learning [2]. A total of four categories are discussed: i) low stake learning environment; ii) collaboration and socio-cultural influences; iii) awareness of own inductive learning; iv) inspiration for learning, supporting traditional approaches. The collected experiences show that games may supplement traditional homework, providing a learning environment that places little demands or expectations. The students could relax, reflect, and gain an understanding of what they were learning together, which is an essential supporting element of learning in social constructivism.

**KEYWORDS:** Control education, educational games, logic game, pattern recognition, social constructivism.

## REFERENCES

- [1] <https://boardgamegeek.com/boardgame/6830/zendo>
- [2] L. S. Vygotsky and M. Cole. *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard university press, 1978.

# Seminar i rapportskriving og prosjektarbeid for ingeniør bachelorstudenter

Johan Andreas Håland Thorkaas, Mats Ingdal, Håkon Magne Bjerkkan, Knut Erik Teigen Giljarhus

Gode samarbeidsevner uansett gruppe, og å kunne formidle og dokumentere arbeid, kunnskap og erfaringer sånn at andre kan bruke dem er viktige egenskaper for en ingeniør og verdifullt for arbeidsgiver. Begge deler fører til økt fortjeneste, verdi og effektivitet; for organisasjonen, kunder og samfunnet.

Ved Institutt for maskin, bygg og materialteknologi ved Universitetet i Stavanger har vi over en periode sett at det er behov for å styrke kunnskapen og ferdighetene innen disse områdene på ingeniørstudiet i maskin. Studentene hadde lite kunnskaper og ferdigheter fra videregående og ikke et så aktivt og bevisst forhold til dette som en trenger som ingeniør. Dette har ført til at flere har fått en negativ opplevelse med labøvelser med gruppearbeid og rapportering, og dårligere bacheloroppgaver enn innsatsen og praktisk arbeid skulle tilsi.

Høsten 2022 gjennomførte vi et pilotprosjekt med et seminar som tok for seg disse temaene. Det var knyttet opp mot et emne med gruppearbeid og rapportering etter labøvelser. Programmet besto av motivasjonsforelesning som formidlet arbeidslivsrelevansen, forelesninger og kortere gruppeoppgaver, og så en mini-labøvelse med forberedelser, forsøk og etterarbeid for å praktisere det en hadde lært. Det gikk over 6 timer og deltakelsen var på over 50% selv om det var valgfritt.

Vi er per dags dato i evalueringsfasen av prosjektet, studentene har nettopp gjennomført første labøvelse og er i prosessen med å skrive rapport etter den. Tilbakemeldingene fra studentene etter første evaluering er at 83% ville anbefalt førsteårsstudenten å ta seminaret. Vi ser også en utilsiktet bonuseffekt ved at faggruppen får samkjørt hvilke forventinger og ønsker en har til utforming og nivå på rapport/bacheloroppgave.

# Bruk av Discord som online supportsenter for matematikk i ingeniørutdannelsen

Tørris Koløen Bakke

## ABSTRACT:

Fysiske støttesentre for matematikk og statistikk har gitt positive resultater både i form av bedre gjennomføringsevne og bedre resultater (Matthews, Croft et al. (2013)).

På UiT undervises det matematikk på ulike opptaksveier til ingeniørstudiet, både Y-vei, tresemester, forkurs og realfagskurs. Pensum er stort sett likt, og forkursene undervises parallellt på 5 ulike campus, samt at der er en del nettstudenter. Flere av stedene er for små til å ha egne fysiske supportsentre, og det er også vanskelig å nå fjernstudenter på denne måten. Under pandemien de siste årene har det vært utprøvd ulike plattformer for nettbasert støtte, og en av de plattformene som har fungert godt, er Discord (Vladoiu and Constantinescu 2020). Discord startet som et verktøy for kommunikasjon mellom gamere, men har etter hvert blitt et verktøy for å opprette nettsamfunn for alle mulige felles interesser, fra hobbyprosjekter til faglige nettverk.

Vi ønsker derfor å prøve ut Discord som et mulig «supportsamfunn» der studentene både kan hjelpe hverandre og få hjelp fra lærere eller studentassistenter på tvers av ulike campus. I skoleåret 22-23 gjennomfører vi en systematisk undersøkelse av Discord som online supportsenter med forkursstudenter i Alta og Kirkenes. Det vil bli gjort både kvalitative og kvantitative undersøkelser. Vi vil også prøve å inkludere erfaringer med bruk av Discord fra andre campus ved UiT.

Vi ønsker å bruke resultatene til å utvikle gode retningslinjer for bruk av Discord som supportsamfunn. Målet er å kunne lage en veiledning til andre som ønsker å starte opp slike støtteordninger. Denne veiledningen skal da inneholde både tips til opprettelse og drift av Discord-grupper, og instruksjon til opplæring av de som skal delta der (studentassistenter, lærere etc).

**KEYWORDS:** Matematikk, online, support, Discord

## REFERENCES

Matthews, J., et al. (2013). "Evaluation of mathematics support centres: a literature review." Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA **32**(4): 173-190.

Vladoiu, M. and Z. Constantinescu (2020). Learning During COVID-19 Pandemic: Online Education Community, Based on Discord. 2020 19th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research (RoEduNet): 1-6.



# Experience in University Curricula for Students in Working Life and Industry – a Model for Lifelong Learning and enhancing skills development

Morten Pedersen<sup>1</sup>, Hans Petter Halvorsen<sup>1</sup>, Josef Timmerberg<sup>2</sup>, Håkon Viumdal<sup>1</sup>, Sebastian Timmerberg<sup>3</sup>, Saba Mylvaganam<sup>1</sup> <sup>1</sup>*U Department of Electrical Engineering, IT and Cybernetics, Faculty of Technology, Natural Sciences and Maritime Sciences, University of South-Eastern Norway - Campus Porsgrunn, ,* <sup>2</sup>*Jade University of Applied Sciences (JUAS),* <sup>3</sup>*Institute of Environmental Technology and Energy Economy, University of Technology Hamburg*

**ABSTRACT:** There is a growing demand for enabling knowledge transfer to working engineers due to the rapid change in the technologies. Full-fledged engineers and skilled workers in working environments need to update their knowledge base to cater to the latest developments in the STEM fields. There are endeavours internationally to formalise the training of students in working life and industry, as is the case in Norway, [1, 2]. Learning in workflow with dedicated courses in selected subjects with formal examinations and certificates is promoted by IEEE, IET, NIST, VDE etc., with specified requirements for engineers for recording and reviewing their “Continuing Professional Developments (CPD, as used by the IET)” for encouraging skills development. Examples are taken from current courses tuned for life-long learning of students in working life and industry, in France, Germany, Norway and Netherlands. Some sample course structures with some details of the curricula are presented along with some comments from students, who have completed some modules in this category.

This paper takes “Netzingenieur” at JUAS as a case study in Germany, dealing with both engineering fundamentals, and specific technical devices and systems along with regulations and laws. This continuing education at JUAS serves to expand professional competence by supplementing and deepening knowledge and skills of working engineers/technicians. In these courses, JUAS is not only open to university graduates, but also to those interested parties who have qualified for participation at work or in any other way.

Similarly, part-time continuing education offers in Norway, Germany, UK and France are presented in the fields of Electrical Engineering, IT and Environmental Engineering are discussed with some comments from the recent experience of different institutions. Finally, some important issues related to the so called 70:20:10 model, [3] ,for integrating learning in the daily workflow is also addressed within the context of this paper.

**Keywords:** learning in all phases, Continuing Professional Development (CPD), skills development, 70:20:10 model, learning in the daily workflow

## REFERENCES

- [1] [Strategi for digital omstilling i universitets- og høyskolesektoren - regjeringen.no](#) (accessed 02.10.2022)
- [2] [Kompetansebehovsutvalget](#) (accessed 02.10.2022)
- [3] [The 70/20/10 Model Is Changing What Great Leadership Looks Like \(forbes.com\)](#)

# En regional modell for samhandling mellom skole, utdanning og arbeidsliv: STEM økosystem

G. Rørvik og S.A. Wolff, *Nasjonalt senter for realfagsrekruttering*. E.A. Glad, *UiT*.

Keywords: økosystem, kompetansebehov, sektoroverbyggende, tiltak, rekruttering

**SAMMENDRAG:** Det har over mange år vært en felles erkjennelse av nødvendigheten av å jobbe for økt rekruttering og bredere mangfold til STEM-fagene (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) - både for å kunne møte kompetansebehovet i norsk arbeidsliv, og for å møte utfordringene på områder som blant annet klima, energi og helse. Tilgang på riktig kompetanse er avgjørende for bedrifters produksjon og overlevelse, og for arbeidsliv og velferdstjenester i Norge. 6 av 10 bedrifter oppgir at de har et udekket kompetansebehov i NHOs Kompetansebarometer, og nesten 50 prosent av bedriftene etterspør ingeniør- og teknisk fagkompetanse<sup>1</sup>. Sysselsatte med IKT-utdanning har økt fem ganger mer enn den generelle sysselsettingen, og Norge kommer til å trenge 66 prosent flere arbeidstakere med IKT-utdanning fram mot 2030<sup>2</sup>. Evalueringen av den tidligere realfagsstrategien *Tett på realfag* viser at det har skjedd liten eller ingen endring i elevers prestasjoner, motivasjon eller interesse for realfag.<sup>3</sup> Det finnes et utall ulike MNT-rekrutteringsaktiviteter og tiltak, initiert av ulike instanser og nivåer i UH-sektoren, øvrig offentlig sektor, privat næringsliv, frivillige organisasjoner, interesse – og bransjeorganisasjoner. Det er svært positivt med engasjement fra ulike aktører i feltet, men det gjør det også vanskelig å navigere i de ulike tilbudene.

NSR og UiT samarbeider nå om å svare på hvordan et STEM økosystem kan bidra til å styrke rekrutteringen og øke samhandlingen mellom ulike tiltak. Tilbakemeldinger fra skolene til NSR<sup>4</sup> viser et tydelig behov for bedre kjennskap til tiltakene, og at det er ønskelig med en oversikt over tiltak som er tilgjengelige lokalt og nasjonalt for at disse skal brukes mer systematisk. I piloten STEM økosystem vil vi etablere en felles plattform for eksisterende tiltak slik at det blir enklere for skolene å ta disse i bruk. Et STEM-økosystem er en modell for et sektorovergripende samarbeid. Prosjektet bygger på en modell fra USA «STEM Learning Ecosystem» som utgjør et praksisfellesskap med omfattende deling av ressurser og ekspertise på tvers av sektorer, mellom ledere fra utdanning, næringsliv og industri, ideelle organisasjoner, filantropi og andre<sup>5</sup>.

Pilotprosjektet skal bidra til å møte det regionale kompetansebehovet og legge til rette for økt samhandling mellom skoler, universitet og næringsliv i regionen for å øke rekrutteringen til UiTs studieprogrammer innenfor MNT/STEM. Prosjektet tar sikte på å utvikle en sektoroverbyggende økosystemmodell som skal kunne overføres til andre regioner i Norge. Ved å samle tiltak og aktører som bygger realfagskapital og bidrar til at unge får et bedre kunnskaps- og erfaringsgrunnlag vil unge ta mer gjennomtenkte utdanningsvalg.

NSR og UiT vil sammen presentere denne måten å tenke samarbeid på tvers av sektorer på under MNT-konferansen 2023.

---

<sup>1</sup> NIFU rapport: NHOs kompetansebarometer

<sup>2</sup> Norges behov for IKT-kompetanse i dag og framover, 1-2021

<sup>3</sup> NIFU -rapport: Sluttrapport for evalueringen *Tett på realfag* (2022)

<sup>4</sup> Kvantitativ undersøkelse og fokusgrupper, NSR (2022)

<sup>5</sup> <https://stemecosystems.org/what-are-stem-ecosystems/>

## Referanser

Nasjonalt senter for realfagsrekruttering: Kvantitativ spørreundersøkelse og kvalitativ fokusgruppeundersøkelse (2022).

NIFU-rapport 2022:3: *NHOs kompetansebarometer 2020: En kartlegging av NHOs medlemsbedrifters kompetansebehov i 2021.*

Norges behov for IKT-kompetanse i dag og framover, 1-2021: <https://ikt-norge.no/bransjeinnsikt/siste-rapporter/norges-behov-for-ikt-kompetanse/>

NIFU-rapport 2021:20: *Realistiske forventninger? Sluttrapport fra evalueringen av Tett på realfag. Nasjonal Strategi for realfag i barnehagen og grunnsopplæringen (2015-2019).*

STEM ecosystems: <https://stemecosystems.org/what-are-stem-ecosystems/>

# Transforming Electronics Education for Engineering of Today and Tomorrow

A. Muhtaroglu, I. M. Hussein, M. Ødegård, S. Antonsen,  
O. Korostynska, O. Jetlund and P. Mirtaheri  
*Oslo Metropolitan University (OsloMet)*

## ABSTRACT:

The challenge of keeping electronics engineering updated with emerging technologies has never been more significant, as the full stack of industry-relevant electronics is going through a transition at a phenomenal rate with emerging industrial, domestic, and biomedical applications involving smart systems, advanced robotics, cyber-physical systems, Internet-of-Things (IoT), machine learning and cybersecurity [1]. There are multiple drivers in this unprecedented shift associated with the multifaceted industry strategy of “More Moore” and “More than Moore” [2]. Electronics education needs to be revived to include new methods and application domains to add to traditional courses with a practical industry focus [3].

“More Moore” requires electronics engineers to appreciate the evolution of integrated circuits, packages and systems into the vertical (3D) layout space with non-von-Neumann computation engines, while “More than Moore” necessitates a well-rounded perspective on heterogeneous electronics involving high-frequency RF, lower frequency digital modules, FET based logic with 3D resistive memory, traditional 2D CMOS and 1D CNFET. The preparation of students for the new electronics careers requires approaches with weaker dependence on one particular technology and a stronger emphasis on fundamental metrics in electronics. This advent prioritizes the impact of design technology selection on time-to-market, cost, performance and energy efficiency while achieving traditional educational outcomes associated with delivering functional designs. Electronics courses should be enhanced with non-von-Neumann digital ingredients and diversified analog content. Advanced electives must underline heterogeneous design.

Case examples from selected electronics courses in OsloMet Electronics Engineering curriculum demonstrate how the updated curriculum streamlines the development of contemporary engineering knowledge and skills in a three-year program with progressive practical experience in the laboratories. Introductory topics consistently include the guided design of simple building blocks in artificial intelligence hardware along with traditional electronics, stepping up by the third year to independent design projects involving complex systems with cyber-physical and advanced robotic components, automation and biomedical instruments.

**KEYWORDS:** Future electronics, Electronics engineering, Engineering education, More than Moore, More Moore.

## REFERENCES

- [1] Lucia, O., Martins, J. F., Ibrahim, M. Y., Umetani, K., Gomes, L., Hiraki, E., Zeroug, H. and Manic, M. (2021). Industrial Electronics Education: Past, Present, and Future Perspectives, *IEEE Industrial Electronics Magazine*, vol. 15, no. 1, pp. 140-154.
- [2] IEEE (2022). The International Roadmap for Devices and Systems: 2022 Executive Summary, *International Roadmap Committee*, pp. 1-76.
- [3] Kyle, A. M., Jangraw, D. C., Bouchard, M. B. and Downs, M. E. (2016). Bioinstrumentation: A Project-Based Engineering Course, *IEEE Transactions on Education*, vol. 59, no. 1, pp. 52-58.

## **Exam as an instrument for student-active learning in a reliability analysis course**

*Jon Tømmerås Selvik og Eirik Bjorheim Abrahamsen, Universitetet i Stavanger*

Exams have a powerful role in higher education in the form of summative assessment, where the goal is to evaluate student learning at the end of the course. Where it has a function in testing whether the students have achieved the learning objectives. The exam also has a learning function by influencing how the students approach learning. For example, they can use previous exams in preparation for their exam and in examples during the course, and they can go through the solutions after completion of the exam to learn from their mistakes. But there is also a possibility that too much student attention is given to the exam and that they then align their learning activities against this goal, on the expense of in-depth learning. Either way, there is value in designing good exam sets covering the learning objectives. For the teacher, the task to design this together with solutions (examinator guidance) involves knowledge and skills related to the curriculum and the learning objectives, but also involves ability to design different types of problems and problems addressing content from different perspectives. It's a task creating specific awareness to the course content and student capabilities.

In this paper, the potential to use exams more actively in learning activities prior to the summative assessment is considered.

In a reliability analysis (probability and statistics oriented) course, the students are given the task to design on their own an exam set with solutions, in groups. The students participating all received supervision and was given feedback on their product. The results from the exam of this 2022 class is then compared against the 2021 class. There is a rationale that such an initiative may add motivation, and the results indicate that there is a learning benefit. This is also supported by the feedback collected from the students in the course evaluation. Main feedback being that it makes them see problems from different perspectives and taking a more active role. Besides, the format to work together with other students on solving a low-stake but value-adding task without direct influence on their grade was appreciated.

## Refill – påfyll på laboratoriet

Johan Andreas Håland Thorakaas<sup>1</sup>, Mona Wetrhus Minde<sup>1</sup>, Mari Linn Atterås Larsen<sup>2</sup>, Kåre Spanne<sup>2</sup>

1: Institutt for Maskin, Bygg og Materialteknologi, Universitetet i Stavanger, 2: NettOp, Universitetet i Stavanger

Nøkkelord: Oppfriskning, film, laboratorier, HMS, kvalitet

Universiteter og høyskoler har ofte avansert og dyrt utstyr tilgjengelig for ansatte og studenter ved laboratoriene. Disse krever egen opplæring eller kursing, og kan ha utfordringer både når det gjelder HMS og kvalitet om de ikke brukes riktig.

UiS observerte at en del av denne opplæringen og kunnskapen må friskes opp ved jevne mellomrom, både fordi det kan gå lang tid mellom hver gang instrumentet brukes og at det er spesifikke prosedyrer for å bruke utstyret riktig.

For å bøte på dette problemet har «Refill»-prosjektet laget 5 filmer som brukerne kan hente opp via QR-kode eller nettsider som gir korte beskrivelser av bruken av instrumentet. Dette er ikke filmer som skal erstatte kursing eller opplæring, de skal gi hjelp og oppfriskning uten å være avhengig av å få tak i instrumentansvarlig eller andre som kan hjelpe. Filmene tar også opp viktige punkter når det gjelder HMS og kvalitet ved instrumentet.

Erfaringer etter at filmene har blitt laget viser flere fordeler med denne type veiledning eller oppfriskning; Det første som ble observert var at instrumentansvarlig fikk færre spørsmål fra brukerne. Dette har gjort at det er mer tid til andre oppgaver og følge opp studenter og ansatte uten forstyrrelser. En annen effekt er at det har blitt mindre skader på instrumentene, da man unngår til en større grad feilbruk. Reduksjon av feilbruk er også viktig for holde kvaliteten på arbeidet på høyt nivå.

En annen interessant effekt av denne aktiviteten har vært «revisjonseffekten». Gjennom arbeidet med å lage dreiebøker og selve filmene, har det vært nødvendig å gå gjennom prosedyrer og bruk av instrument, og da ser man ofte forbedringspotensialet i bruken.

Den foreløpige tilbakemeldingen fra studenter og andre brukere har vært god. Den kanskje beste tilbakemeldingen er når brukerne blir henvist til en film, og de ikke trenger spørre igjen.

## Læringsakademi – Kollegafellesskap for kulturendring

*Annfrid Sivertsen, Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi, UiT - Norges arktiske universitet*

Overgang fra lærersentrerte til studentaktive lærings- og undervisningsformer krever undervisere med tilstrekkelig pedagogisk og didaktisk kompetanse, og med fordel en lokal støttende undervisningskultur. Kravene til utdanningsfaglig kompetanse i høyere utdanning ble betydelig skjerpet ved forskriftsendring i UH-loven (Forskrift om endring i forskrift om ansettelse og opprykk i undervisnings- og forskerstillinger, 2019). Institusjonene er pålagt å gi tilbud for basiskompetanse, og innholdet er svært detaljert beskrevet som læringsmål (Universitets- og høgskolerådet, Nasjonale veiledende retningslinjer for UH-pedagogisk basiskompetanse, 2018). Det gis også klare anbefalinger om tilrettelegging for videre kompetanseutvikling, imidlertid finnes ingen føringer om innhold eller organisering for dette. Dagens praksis for videre kompetanseutvikling kan dermed defineres innen læringsteorien til «community of practice» hvor enkeltindivider tilpasser seg sin lokale undervisningskultur (Lave og Wenger, *Situated learning: legitimate peripheral participation*, 1991).

I studier hvor undervisningskultur undersøkes ved hjelp av nettverksteori er det funnet at akademikere samhandler med en begrenset gruppe kolleger om undervisning, og at disse relasjonene er private og preget av høy grad av tillitt (Roxa og Martensson, *Studies in higher education*, 34(5), 547-559, 2009). Undervisere i ulike karrierestadier har også varierende tilgang til nettverk, og det er forskjell i hvordan disse nettverkene benyttes både til samhandling og i egen kompetanseutvikling (van Waes. et al., *Higher education*, 70(5), 807. 2015, van Waes et al., *Teaching and teacher education*, 59, 295-308, 2016). Undervisere i høyere utdanning har dermed svært ulike forutsetninger for kompetanseutvikling ut fra hvilke nettverk de har tilgang til. For å påvirke og styrke undervisningskultur anbefales det å legge til rette for arenaer med guidet interaksjon, hvor medlemmer i ulike nettverk kan møtes og interagere med hverandre over tid (Roxa et al., *Higher education*, 62(1), 99-111, 2011).

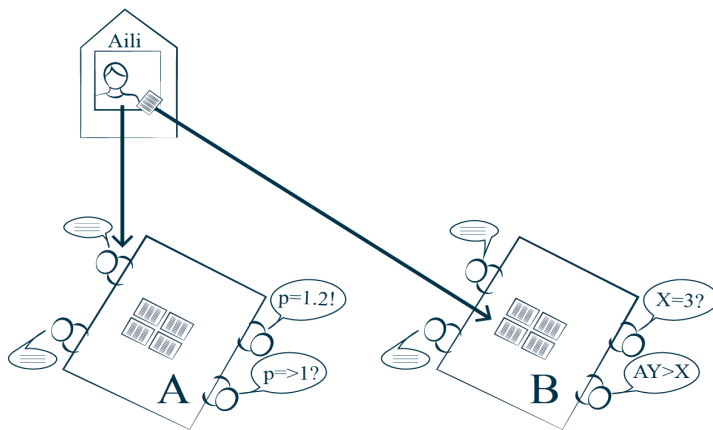
Læringsakademiet etableres som et formelt kollegafellesskap for ansatte ved et multidisiplinært fakultet med ca 50% MNT-fag. Målet er å heve den utdanningsfaglige kompetansen hos ansatte og endre undervisningskulturen mot økt bruk av studentaktive lærings- og undervisningsformer. Læringsakademiet etablerer tilrettelagte tverrfaglige arenaer med aktiviteter i tråd med prinsippene for god praksis for Scholarship of Teaching and Learning (Felten, *Teaching and learning inquiry*, 1, 121-125, 2013). Aktivitetene vil ha fokus på erfaringsdeling av konkrete eksempler på undervisning og kreve aktiv deltakelse av undervisere. Det planlegges følgeforskning på undervisningskultur som del av kunnskapsgrunnlaget for videre utvikling av Læringsakademiet. Læringsakademiet har som ambisjon å styrke ansattes tilgang på nettverk og ressurser, og bidra til både kulturendring og kompetanseheving i fagmiljøene ved fakultetet.

# Oppfriskning av basisferdigheter - hverandrevurdering som gruppearbeid

K. Møllersen, *Institutt for samfunnsmedisin, UiT - Norges arktiske universitet*

**KEYWORDS:** Hverandrevurdering; Matematikk; Gruppearbeid; Basisferdigheter; Selv-regulert

**Bakgrunn og teori:** Basisferdigheter fra grunnskole/videregående går lett i glemmeboka hvis det ikke praktiseres jevnlig. Mange studenter har ikke hatt undervisning i f.eks. matematikk på flere år når de starter på høyere utdanning. Studentene *må* ta ansvar sjøl, men *hvordan* de skal ta ansvar kan underviseren hjelpe til med. Jeg undersøker her et undervisningsopplegg for oppfriskning av basisferdigheter i matematikk i lys av formativ tilbakemelding og selv-regulert læring siden dette er innfallsporter som har ekstra stort potensiale for oppfriskning av innlært kunnskap [1].



**Figur:** Aili løser oppgaven hjemme. Aili blir satt i gruppe A i klasserommet, og oppgaven hennes blir vurdert av gruppe B.

Studentene fikk et oppgavehefte som de først løste individuelt hjemme. I klasserommet blei de delt i to grupper og byttet besvarelseshefter, slik at studentene i gruppe A hadde besvarelsene til studentene i gruppe B, og vice versa. Studentene retter besvarelsene uten tilgang til fasit, slik at de må diskutere i gruppa hva som er riktig svar og framgangsmåte. De oppgavene der studentene ikke blei enige blei tatt på tavla av underviser.

**Formål:** Individuelle oppgaver har hatt som mål å a) at underviser får et overblikk over ferdighetene til klassen, b) at den enkelte student får oversikt over hvilke ferdigheter som forventes. Hverandrevurdering i grupper har hatt som formål c) at studentene diskuterer løsninger uten å fokusere på eget svar, d) oppleve nødvendigheta av tydelig oppsett, og e) fokusere på framgangsmåten, ikke svaret.

**Metode:** Jeg fokuserer på prinsipp 4. "dialogue around learning", 5. "motivational beliefs and self-esteem", og 6. "opportunities to close the gap between current and desired performance". Prinsippene blei undersøkt gjennom egne refleksjoner, intervju med en gruppelærer, og intervju med to studenter på hver gruppe.

**Resultat:** Av formålene blei a) og b) oppfylt, c) og e) delvis oppfylt, mens d) i liten grad blei oppfylt. Av fokus-prinsippene blei ikke 4. ivaretatt, mens 5. blei vellykka, siden studentene følte at de ikke var den eneste i klassen med lave ferdigheter. Prinsipp 6. blei vellykka, siden ei oppgavesamling gir spesifikk informasjon om gapet.

**Konklusjon:** Undervisningsopplegget vil fortsette framover, og kan overføres til andre basisferdigheter og fag. Tydeligere instruksjoner om retting og tilbakemeldinger vil kunne gi en dialog rundt læring, slik at prinsipp 4 blir møtt.

## REFERENCES

- [1] Nicol, D.J., Macfarlane-Dick, D. (2006), Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice, *Studies in Higher Education*, Vol. 31, No. 2, pp. 199-218.



# Tenke som en programmerer – Mer enn å kode

T. F. Brustad, *Institutt for datateknologi og beregningsorienterte ingeniørfag, UiT Norges Arktiske Universitet*

**SAMMENDRAG:** En misoppfatning blant studenter er at de ofte forbinder programmering med bare koding. Men programmering er mer enn bare evnen til å generere kode, det kan betraktes som en måte å tenke, dekomponere, og løse problemer på [1]. I en undervisningssituasjon har studentene, basert på min erfaring, lite refleksjoner rundt valgene de tar når de koder; de bruker ofte en prøv og feil metode. Når studentene velger en prøv og feil metode ender de ofte opp med å drive med overflatelæring [2]. Studentaktiv læring fungerer godt for å lære programmering, ved at det har en positiv innvirkning på prestasjon, motivasjon, og læringsutbytte [3], samtidig med at balansen mellom teori og ferdighetstrening blir ivaretatt. Målet med prosjektet er å teste ut aktiviteter som skal hjelpe studentene å tenke som en programmerer. Tanken er å finne aktiviteter hvor studentene lærer på en god måte ulike deler av programmeringsprosessen, slik at overflatelæringen går over i dybdelæring. I prosjektet er to ulike studentaktive oppgavetyper inkorporert i undervisningen for første året master i Applied Computer Science ved UiT. Oppgavene setter fokus på planlegging før programmering og debugging av kode. Resultatene av prosjektet er basert på tilbakemeldinger fra studentene, tilbakemelding fra en kollega, og eget inntrykk av gjennomføring og læringsutbytte.

**NØKKEWORD:** Programmering, Forståelse, Refleksjon, Grubleoppgaver, Muntlig oblig.

## REFERANSER

- [1] Blikstein, P., Worsley, M., Piech, C., Sahami, M., Cooper, S. and Koller, D. (2014), Programming pluralism: Using learning analytics to detect patterns in the learning of computer programming, *Journal of the Learning Sciences*, Vol. 23, No. 4, pp. 561-599.
- [2] Aderman, E. M. (1992), Motivation and cognitive strategy use in reading and writing, In 42<sup>nd</sup> Annual Meeting of the National Reading Conference, San Antonio, Texas.
- [3] Berssantette, J. H. and de Francisco, A. C. (2021), Active learning in the context of the teaching/learning of computer programming: A systematic review, *Journal of Information Technology Education: Research*, Vol. 20, pp. 201-220.

# Undervisningsmetoder i fag for mobilapplikasjonsutvikling

A. Pedersen, *Institutt for datateknologi og beregningsorienterte ingeniørfag, UiT Norges Arktiske Universitet*

**SAMMENDRAG:** I dagens samfunn hvor vi er avgengig av teknologi og strategier for å løse utfordringer, uansett nivå og kontekst, er det viktig å tilpasse undervisningen og læringsformer [1,2]. Det har i flere sammenhenger blitt forsket på både problembasert læring og prosjektbasert læring [3] og hvordan disse er med på å forsterke utbytte av undervisning. Dette gjelder både for motivasjon så vell som prestasjon. Det er selvsagt at en type undervisningsform ikke vil passe for alle og avhengig av både størrelse på klasser og ulike typer felt kan det bety enda større forskjeller [4,5]. Applikasjonsutvikling for mobil benytter i stor grad tradisjonelle utviklingsmetoder innenfor datateknologi som ikke nødvendigvis er tilpasset denne platformen. I motsetning til tradisjonelle datamaskiner er mobilen en funksjonsrik enhet med innebygd kapasiteter i form av sensorer og både system og hardware spesifikke sikkerhetskrav. Dette medfører at programmering i dette feltet er en kombinasjon av ferdighetstrening og formell kunnskap. I dette prosjektet har fokuset vært på utvikling av emnet *Programming for Mobil 2*, som hovedsakelig går ut på applikasjonsutvikling for mobil. Målet med prosjektet er å se utvikling fra individuelle innleveringer og prosjekter, til prosjektbasert,- problembasert,- læring. Prosjektet er en pågående prosess hvor erfaringer blir benyttet til å revidere undervisningsform og metode. Applikasjonsutviklingen foregår på en slik måte at underviser også er kunde for et produkt, hvor studentene blir delt inn i grupper på starten av faget i det som videre kalles utviklingsteam. Siden fokuset er på problembasert læring vil hver oppgave og prosjekt i faget bestå av en utviklingsprosess mot et ferdig produkt (mobil-applikasjon). Resultatene av prosjektet blir presentert i form av diskusjon og analyse av spørreskjema (for året 2021 og 2022) som studentene får utdelt etter endt semester, samt egenvurdering av fagets gjennomføring.

**NØKKELOD:** Problembasert, Prosjektbasert, Læring, Applikasjonsutvikling.

## REFERENCES

- [1] Paulina Carvajal. Læring gjennom studentaktive lærings- og undervisningsformer ved høyere utdanning, 6 2022. Masteroppgave i Pedagogikk - Utdanning og oppvekst.
- [2] S. Iversen. (2015). Koding som digital grublis. Masteroppgave i lærerutdanning for 1.-7. trinn.
- [3] R. Francese, C. Gravino, M. Risi, G. Scanniello, and G. Tortora. Using project-based-learning in a mobile application development course—an experience report. *Journal of Visual Languages & Computing*, 31:196–205, 2015.
- [4] Doyle, E., Buckley, P., & McCarthy, B. (2021). The impact of content co-creation on academic achievement. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 46(3), 494-507.
- [5] Cobb, P., & Bowers, J. (1999). Cognitive and Situated Learning Perspectives in Theory and Practice. *Educational Researcher*, 28(2), 4–15.

## **Å motivere og forberede internasjonale studenter for ingeniørstudier: Norsk språk og samfunnskunnskap for utenlandske studenter**

***Kaori Takamine, Randi Bolle Eilertsen, Tone Harr Dybdahl og Marianne Holbø. UiT The Arctic University of Norway.***

Antall søkere til høyere utdanningsinstitusjoner i Norge gikk ned i 2022, med en nedgang på 11, 2% innen realfag og 5, 6% innen ingeniørfaglige disipliner (Nasjonalt senter for realfagsrekruttering, 2022). UHR-MNTs «Handlingsplan» for 2020 – 2024 understreker behovet for flere akademiske kurs og programmer som motiverer studenter til å ta en MNT-grad i framtiden (Universitets- og høyskolerådet, u.å.). Rekruttering av internasjonale studenter til MNT-grad programmer kan være et potensielt tiltak for å øke studenttallet i MNT-programmene. Dette forutsetter et behov for et forberedende program som kan utstyre utenlandske studenter med tilstrekkelig norsk språkkunnskap og samfunnskunnskap som kan hjelpe dem å lykkes i høyere utdanning i Norge.

Norsk språk og samfunnskunnskap for utenlandske studenter (NSU) ved Universitetet i Tromsø, Campus Narvik, er et internasjonalt språkstudium som kvalifiserer til opptak ved ingeniørstudier ved UiT. Det er et attraktivt årsstudium som hvert år mottar mer enn 200 søknader fra land både i og utenfor Schengen. Programmet har en veldig god gjennomstrømming og snitteksamens karakterene til studentene er gode.

Dette bidraget forsøker å drøfte hvorfor NSU tiltrekker så mange internasjonale studenter. Vi evaluerer effekten våre undervisningsmetoder har på studentenes læring samt deres tilfredshet med studieprogrammet. Mer konkret ønsker vi å se på hvilke ferdigheter studentene utvikler i tillegg til språkferdigheter, og hvilke elementer av programmet de er mest fornøyde med?

To anonyme studentundersøkelser ble utført for å få studentevaluering av undervisningsmetoder og effekten undervisningsmetodene hadde på læring våren 2022. "Ifølge resultatet på studentundersøkelsene, mener flertallet av studentene at de har oppnådd høyt læringsutbytte. Resultatet viser også at studentene, i tillegg til tilstrekkelig språkferdigheter, har utviklet samarbeidskompetanse, kritisk tenkning og kommunikasjonsferdigheter. Programmet tar i bruk studentaktive læringsaktiviteter, samarbeidslæring, formativ medstudentvurdering og prosjektbasert læring, noe som er rapportert å fremme studentenes læring (Pettersen, 2005, Lynch et al, 2012, Carnell, 2016). Trolig har disse læringsmetodene bidratt til å fremme studentenes oppnåelse av læringsutbyttene samt overnevnte ferdigheter. Disse ferdighetene er inkludert i det 21. århundrets ferdigheter som er et krav for framtidens ingeniører (Riemer 2007, Gradin and Hirleman, 2009) og er viktig for studentene i NSU

Videre viser resultatene at studentenes oppfatning og opplevelse av studieprogrammets pedagogiske metoder, er svært positive. Mange studenter besvarte at de ble «sett» og godt ivaretatt av lærerne gjennom programmet. Dette viser at interaksjonen mellom lærerne og studentene motiverer og engasjerer dem til å lære.

Resultatene i denne studien er i samsvar med tidligere studier: student-aktive læringsformer som samarbeidslæring, formativ medstudentvurdering og prosjektbasert læring fremmer studentenes autonomi, kritisk tenkning og samarbeidsevner (Pettersen, 2005, Lynch et al, 2012, Carnell, 2016). Studien gir dermed ytterligere grunnlag for tanken om at studentaktive læringsformer kan ha positiv effekt på utvikling av det 21. århundrets ferdigheter, sett i lys av et forberedende språkstudium.

Videre kan studenters opplevelser mht. undervisningsformer og student-lærer-interaksjon påvirke deres fremtidige valg om å fortsette med MNT-fag etter positive erfaringer på forberedende språkstudium (cf. Watkins and Mazur 2013).

## **Bruk av studentassistenter til å utvikle fagspesifikke brettspill**

***Aakre, Iselin Grav, NTNU***

Brettspill er en sosial og engasjerende studentaktiv læringsaktivitet som åpner opp for utvikling av en rekke ulike ferdigheter og kompetanser, blant annet kommunikasjonsevner, strategisk tenkning, systemtenkning og faglig kunnskap. Det er svært arbeidskrevende å utvikle gode og lærerike spill som er relevante med tanke på innhold, nivå og omfang, og faglærer har ofte ikke tid til dette. Det vil derfor være gunstig å kunne få noen andre til å utvikle slike spill. Studenter med relevant fagbakgrunn ansettes som studentassistenter for å utvikle brettspill som skal brukes som studentaktiv undervisning i emnet. Tema og konsept for spillet bestemmes i samarbeid mellom studentassistentene og faglærer i emnet, og studentassistentene følges opp av faglærer underveis. Det endelige produktet brukes i en vanlig undervisningsøkt med studenter, og evalueres i etterkant.

Vi har brukt denne arbeidsmetoden i et emne høsten 2021, og skal bruke den i et annet emne høst 2022/vår 2023. Erfaringene fra høsten 2021 var svært positive. Brettspillet som ble utviklet var fagrelevant, engasjerende, lærerikt, morsomt, og hadde passende vanskelighetsgrad. Studentene som prøvde det, likte spillet godt og ville gjerne spille det flere ganger. Vi vil presentere hvordan vi har gått frem for å få ansatt dyktige studentassistenter og fulgt opp dem underveis, samt si noe om suksessfaktorer og hva man må være oppmerksom på underveis.

# Which education should we have today for a more sustainable tomorrow?

Aicha Bounaim, Senior Scientific Computing Engineer, PhD., Schlumberger Norway

**ABSTRACT:** I have been involved in some of the initiatives organized by ‘Nasjonalt senter for realfagsrekruttering’ like ‘rollemodel’, or by personal initiative, for promoting more Science, Technology, (Arts), and Engineering STE(A)M among young pupils and high school students. By visiting schools, I have been mainly targeting girls coming from minority groups. It is always challenging to convince the young generation that we can build a good career as scientists and help others.

Through this contribution, I would like to share some of my experiences as long-term applied mathematician/scientist with career both from academia and industry while trying to bridge the gap between generations by talking about all the possibilities we can have, in particular, in applying mathematics to solve real world problems. Today, the access to high-tech devices is very accessible to every student from early age, and the question is how to maximize the use of these devices in order to promote more science at early age. The societal challenges are just growing, and we need to be able to explain in ‘simple words’ how we went through digital transformation, and what will be the challenges with energy transition.

Nurturing the curiosity among pupils will require an innovative education system with new tools and better exploitation of the existing ones to bridge the gap between generation: between teachers and students!

**KEYWORDS:** Education, challenges, STEM, sustainable education

**Tema: Hvordan bygge studieprogram for fremtiden? Hvordan vil rammeplan for ingeniørutdanningen se ut i fremtiden? Tverrfaglighet versus spesialisering, har vi bruk for spesialisten?**

1) Et studieprogram bør være strukturert, målrettet og innovativt, som et grunnlag for at studentene skal kunne analysere, generere løsninger, vurdere, beslutte, gjennomføre og rapportere. Utfordringen er videre å synliggjøre miljøengasjement som en sentral del av utdanningen, samtidig som bærekraft, fornybar energi og grønn omstilling bør inngå fordi studentene møter disse temaene i fremtidens jobber. At noen yrker forsvinner og helt nye kommer til, er også noe studentene må være forberedt på. Man ser allerede at behovet for IT kompetanse er økende i de fleste yrker. Basert på egen erfaring i undervisning- og veiledning av BSc., MSc. og PhD kandidater fra kjemi, fysikk, biologi, farmasi og siv.ing. (biofysikk) kan det sies at dette gjelder uansett studieretning som velges. (Se eks.nedenfor).

2) Rammeplanen for ingeniørutdanningen i fremtiden bør bygge på en visjon hvor fremtidens ingeniører utnytter både analytiske og kreative evner til å løse samfunnsnyttige teknologiske problemstillinger i takt med samfunnsutviklingen. I tillegg er det nyttig at planleggingen utføres i samarbeid mellom institusjonene og representanter fra næringslivet. En ingeniør bør være faglig sterk og god til å arbeide selvstendig og i team, samtidig som rammeplanen for hver utdanningsinstitusjon (fagplaner osv.) bør utarbeides slik at norsk grunnutdanning er på et høyt internasjonalt nivå.

3) Ja, vi har bruk for spesialisten.

Ved institutt for Teknologi og Naturvitenskap ved UiA, Kristiansand, etableres et nytt forskningslaboratorium i kjølvannet av et nyopprettet Professorat (Dr. Philos. Odrun Gederaas) hvor både B.Sc., M.Sc. og PhD skal gjøre undervisning og eksperimentelt arbeid i samarbeid med bl.a. Institutt for Fysikk, NTNU, og PET Sentret, St. Olavs Hospital, Trondheim. Det nye faget «Medisinsk teknologi» ved UiA kobles til nye prosjekter som bygger på Gederaas sitt langvarige samarbeid med Universitets-sykehusene i Oslo, PhotoCure ASA, PCI Biotech AS, og i tillegg APIM Therapeutics AS (Trondheim). Tidligere tverrfaglig samarbeid har resultert i flere internasjonale publikasjoner i tillegg det nye legemiddelet for auto-immune sykdommer (Patent INO 1P001GB, 2015).

Gederaas sin spesialitet er eksperimentelle studier (*in vitro*, *in vivo* og *ex vivo*) knyttet til den veletablerte deteksjon- og behandlings-metoden for kreft, «Fotodynamisk Terapi (PDT)». Ved utvikling av nye varianter av teknikken så benyttes avansert teknologi som krever spesialister innen fysikk, biokjemi, statistikk og medisin og nå etter hvert IT-kunnskap i alle ledd hvor det er nødvendig at forskerne jobber sammen i team.

Odrun A. Gederaas

Dr. Philos. / Professor

Institutt for Naturvitenskap, Fakultet for Teknologi og Realfag,

Universitetet i Agder, Kristiansand

E-mail: [odrun.a.gederaas@uia.no](mailto:odrun.a.gederaas@uia.no), Mobile: +47 47355838

## **Tools and practices for structured and documented student reflective thinking as a way to promote learning, enable better evaluation of learning activities and validate the achievement of intended learning outcomes**

*Kseniia Kalian, The University Centre in Svalbard and Jan Mayen*

It is established that student reflection is very important. There are two aspects of why it is important. Firstly, reflective thinking is good for learning. Most high-level learning outcomes that require experience cannot be achieved without reflection (to learn from own experience one must reflect about it). This is especially true for courses relying on fieldwork as one of main learning activities. Secondly, documented reflective thinking of students is a valuable source of data for the evaluation of study programmes because it can be used to find out whether the way how certain learning activities are designed and implemented is actually good for learning and whether it leads to intended learning outcomes (especially high-level process-related learning outcomes which are normally hard to validate).

However, there is still a lack of understanding when it comes to practicalities, for example, how exactly reflection should be integrated into the course, whether it should be structured somehow and what criteria should be used to identify reflective thinking that indicates learning (so it can subsequently be inferred that learning activity causing such reflection has high educational value). To date, no one had successfully integrated two aforementioned perspectives (reflection for learning + reflection for evaluation) into a coherent and well-substantiated approach that is ready to be applied in practice by educators at any university. My work is aimed at filling this gap using implications from experiential learning theory, constructivism, post-structuralism, and self-determination theory as a starting point." My objective is to develop a coherent vision of how tools and practices for documented reflective thinking should be introduced into educational context to promote learning while enabling better evaluation of study programmes and validation of learning outcomes.

Deductive reasoning. Moving from wider implications to more narrow ones and ultimately inferring practical recommendations and integrating them into a coherent and well-substantiated solution. A coherent vision that integrates tools and practices for student reflection (problem-oriented flow charts, relational concept maps, self-assessment maps, risk assessment maps) and offers new approach for validation of high-level process-related learning outcomes and evaluation of course activities. Results are supplemented by guidelines and instructions for practical implementation.

Universities can use the results of my research to integrate student reflection into the courses both as a way to improve student learning and as a way to enable better evaluation of learning activities and validation of learning outcomes.



# STEM Teachers and Heads of Education as partners in change of Teaching and Learning

Oddfrid Førland, Kristin Holtermann, Anne Bjune and Sigrunn Eliassen, *University of Bergen*

**ABSTRACT:** Academics use different strategies and approaches to create change (Kezar 2018). This study explores critical factors and strategies for how Heads of Education can support and work with teachers working to create change in teaching and learning. Many teachers engage in educational development without a formal role or mandate, as informal change agents or grassroots leaders (Clavert et al. 2015; Kezar 2018). Research on change in higher education tend to emphasize the importance of formal leaders compared to other change agents (Kezar 2018).

We interviewed departmental Heads of Education and local change agents. From the interviews, we learned that informal change agents use a range of strategies to initiate change and promote student active learning and teaching. They are self-motivated and focused on change within their local context, however they are aware of the larger institutional expectations and policies. For formal leaders to be able to support and work with change agents and grassroots leaders to create meaningful change, they must be able to identify them. Heads of Education must also manage the balancing act of realizing the potential of the change agents, without comprising their motivation, autonomy, and time.

We will present Kezar's (2018) framework of grassroots leaders' strategies as a useful tool to identify change agents and create opportunities for meaningful interaction. We will suggest leadership actions to create informal local arenas to facilitate informed conversations and discussions about teaching and learning to increase the impact and reach of change agents and potentially inspire more teachers to engage.

**KEYWORDS:** change agents, grassroots leaders, educational leadership

## REFERENCES

- Clavert, M., Löfström, E. & Nevgi, A. (2015): Pedagogically aware academics' conceptions of change agency in the fields of science and technology. *International Journal for Academic Development*, 20, 3, 252-265.
- Kezar, A. (2018): *How colleges change. Understanding, leading, and enacting change*, Routledge, 2.ed.

# Supporting Educational Change through Change Teams

Roy Andersson & Sehoia Cotner, *bioCEED, University of Bergen*  
{Roy.Andersson@uib.no, Sehoia.Cotner@uib.no}

**Keywords: educational change, change teams, SoTL**

## **Introduction:**

We present how a course for change teams has enhanced the scholarly element in their educational leadership in a structured way to support their efforts to effect real educational changes. We describe the staff course *Leading Educational Change – through SoTL* (formed by bioCEED and iEarth) with a focus on actual change teams rather than those in formal leadership positions, and how the course design increases the change teams' understanding of wide change in HE in a scholarly way and thus widens their repertoire of change approaches and strategies.

## **Background:**

Reinholz et al (2021) show that initiatives to accomplish substantial educational change rarely relate to explicit knowledge on how change is to be achieved. Kezar and Holcombe (2019) show that change initiatives often rely on tacit assumptions and ad hoc solutions as they encounter problems in the change process. In this interactive presentation we show how a course for change teams has enhanced the scholarly element in educational leadership. Our participating change teams included administrative, technical as well as academic staff – in other words cross-professional change *teams*. As stated in the literature, change teams often pursue their aspired change in an ad hoc way allowing tacit assumptions to guide decisions and various crises management. An important part of the effort described here is to encourage participants to share examples of difficulties encountered and to collaboratively and critically enquire into these instances. In this is it vital for the change teams to acknowledge all competences of the team and not revert back to traditional hierarchies. Furthermore, it is difficult to reach a state where the change teams appreciate the potential in the literature and thereby gain access to wider bodies of experiences. We argue that a SoTL approach is a favourable way to get change teams to integrate education literature into their tool boxes. In the long run this approach contributes to more systematic knowledge of change and thereby answers the call made by Reinholz et al (2021).

## **Take-home messages (intended learning outcomes) from this interactive presentation:**

- Focus on the change teams and not on the formal leaders.
- You need to use a combination of change theories, not only one.
- The SoTL approach is a great scaffolding tool for the change teams.

## **Key references:**

- Kezar, A., & Holcombe, E. (2019). Leveraging Multiple Theories of Change to Promote Reform: An Examination of the AAU STEM Initiative. *Educational Policy*.
- Reinholz, D., White, I., & Andrews, T. (2021). Change theory in STEM higher education: a systematic review. *International Journal of STEM Education*, 8(37), 1 - 22.

# Kan arbeidskrav og eksamen omdannes fra et nødvendig onde til et fruktbart bidrag til yrkeslivet?

Ida Marie Johannessen Nielsen og Pernille Bronken Eidesen, *Avdeling for biologididaktikk, Universitetet i Oslo, Norge*

**ABSTRACT:** Etter- og videreutdanning (EVU) kan være krevende. Deltakerne er i full jobb, og EVU-undervisere må etterstrebe å knytte kurselementer til arbeidshverdagen. Dette er uproblematisk når det kommer til kursinnhold, men vurderingsform er vanskeligere å knytte til yrkesutøvelse. Vi brukte et nettbasert EVU-kurs for å undersøke om mappevurdering kan skape større yrkestilknytning, og dermed økt motivasjon og læringsutbytte.

Biologi på nett er et nettbaserte EVU-kurs rettet mot lærere som underviser i naturfag. Kurset tar for seg biologitemaene i naturfagslæreplanen (NAT01-04) og er sentrert rundt ukentlige innleveringer som både utfordrer deltagerens egen forståelse og gir de eksempler på hvordan jobbe med faget i tråd med læreplanen (Kunnskapsdepartementet 2019). Disse innleveringene er det deltagerne bruker mest tid på. Innleveringene hverandrevurderes, og kan danne grunnlag for undervisningsopplegg som kan brukes i deltakernes arbeidshverdag. Det karaktergivende vurderingsgrunnlaget i dette kurset er en skriftlig slutteksamen som ikke er noe deltagerne direkte kan bruke ut over selve karakteren. Vi ønsket derfor å teste om innleveringsoppgaver mer egnet for mappevurdering fører til økt opplevd læringsutbytte, bedre motivasjon og bedre utgangspunkt for å heve kvaliteten på ens eget arbeid. Ved å ta utgangspunkt i innleveringene som allerede er en del av kurset til å danne en mappe vil gevinsten av dette arbeidet bli enda større med tanke på vurdering og kompetansedokumentasjon for deltakerne, og kostnaden ved en omlegging for tilbydere vil være mindre.

For å vurdere om kurset egner seg for å legge om til mappevurdering ble 4 av de 12 ukentlige innleveringene endret for å få deltagerne til å vurdere eget læringsutbytte, arbeidsinnsats og motivasjon. I tillegg ble kvaliteten på arbeidene vurdert opp mot tidligere års innleveringer og eksamensbesvarelser basert på vurderingsrubrikk inspirert av Smith & Montplaisir (2012). Som et ekstra ledd for å heve kvaliteten på arbeidene ble det fokusert mer på hverandrevurderingene.

Foreløpige analyser indikerer at deltagerne ikke ble mer motivert av den endrede arbeidsformen *per se*, men at de ble noe mer motivert til å jobbe med hverandrevurdering. 70 % sier at de ville vært mer motivert til å jobbe med innleveringene hvis det hadde telt på sluttkarakteren. I tillegg presterte studentene bedre både på innleveringer og eksamen sammenlignet med tidligere år. Dette tyder på at omleggingen bidro til å heve læringsutbytte.

Resultatene våre så langt taler for å legge om til en form for mappevurdering, eller en kombinasjon av mappe og slutteksamen som beskrevet av Esterhazy & Fiksen (2019). Utvikling av faglige undervisningsopplegg i samspill med kollegaer gjennom hverandrevurderinger er relevant for EVU studentene sin arbeidshverdag. Å bruke en vurderingsform i tråd med dette gir bedre grunnlag for innsats og læring, og en merverdi utover vurderingen i seg selv.

**KEYWORDS:** Mappevurdering, kompetanse, EVU, biologi, arbeidsrelevants

## REFERENCES

- Esterhazy, R., & Fiksen, Ø. (2019). Evolution of a portfolio-based design in ecology: a three-year design cycle. *Uniped*, 42(1), 60-73. doi:10.18261/issn.1893-8981-2019-01-05
- Kunnskapsdepartementet (2019). *Læreplan i naturfag (NAT01-04)*. Fastsett som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020.
- Smith, B., & Montplaisir, L. (2012). Measuring Student Understanding in a Portfolio-Based Course. *Journal of college science teaching*, 42, 16.