

## Velkommen til MNT konferansen 2017

Kvalitet i høyere utdanning har stort fokus, og Kunnskapsdepartementet har presentert stortingsmeldingen «[Kultur for kvalitet i høyere utdanning](#)». Nasjonalt samarbeid innenfor MNT-fagene (*matematikk, naturvitenskap og teknologi*) bidrar på ulike måter til utvikling av MNT-utdannings kvalitet og relevans. MNT-konferansen har som formål å fremme MNT-utdanningenes kvalitet og relevans gjennom å bidra til forskningsbasert og vitenskapelig tilnærming til undervisning og læring i fagene, slik vi kjenner det fra forskning. Bevisst gjennomføring er kjernen i utvikling av pedagogisk kompetanse knyttet til en SoTL-tilnærming, Scholarship of Teaching and Learning. Praksis følges av observasjon og refleksjon, baseres på teori, og planlegges basert på kontinuerlig utvikling av kunnskap, samt deles og utvikles videre i dialog og samspill. Konferansen gir underviserne en mulighet til å dokumentere og dele sine pedagogiske erfaringer og er en møteplass mellom undervisere, ledere og andre som er aktive innenfor MNT-utdanning og utdanningenes interessenter. I 2017 er tema for konferansen "Transformative Education", et begrep som beskriver at læring forandrer studentens perspektiv og forståelse. Gjennom utdanningstiden skal studenten utvikle seg fra student til profesjonell naturviter, teknolog eller lærer.

Hoveddelen av konferansen er paralleller med diskusjon av artikler. Et sammendrag og endelig bidrag er vurdert av en review-komite etter følgende kriterier: relevans for formål og tema, potensial for å stimulere til diskusjon om undervisning og læring, interessant, generaliserbart og anvendbart for undervisere i høyere utdanning generelt og MNT-utdanning spesielt, refleksjon og diskusjon, forankret i pedagogisk resonnement samt vitenskapelig formelle vurderingskriterier.

I tillegg til vitenskapelige artikler er de 5 sentrene for fremragende utdanning innenfor MNT-feltet invitert til å presentere seg, både på stand, i en fellesesjon og med skriftlig dokumentasjon. Disse sentrene inngår: BioCEED - Senter for fremragende utdanning i biologi, CCSE - Center for Computing in Science Education, ENgage - Centre for Engaged Education through Entrepreneurship, ExcITED - Excellent IT Education, MatRIC - Centre for Research, Innovation and Coordination of Mathematics Teaching.

Statsråd Torbjørn Røe Isaksen presenterer Stortingsmeldingen «Kultur for kvalitet i høyere utdanning». [Professor Sian Beilock](#) er konferansens Keynote-speaker. En rekke studenter, vitenskapelig ansatte og ledere fra MNT-feltet bidrar til gjennomføringen av programmet som ledes av Roger Midtstraum, leder av UHR-MNT. I tillegg bidrar UiO og Nasjonalt Senter for Realfagsrekruttering med presentasjoner. Alle konferansedeltakerne oppfordres til å bidra aktivt i diskusjoner om de ulike bidragene. Vi takker alle bidragsytere og ønsker at alle deltakere blir inspirert til videre arbeid med utdanningskvalitet i MNT-feltet.

Et open access tidsskrift, [Nordic Journal of STEM Education](#), er etablert. Artikkene som presenteres på konferansen vil også presenteres på tidsskriftets nettside som spesialutgave. I etterkant av konferansen vil det være mulig å videreutvikle konferansebidragene til artikler som kan sendes inn til fagfelleevaluering for eventuell publisering av full artikkel i tidsskriftet.

På vegne av Programkomite og Reviewkomite,  
Reidar Lyng og Mette Mo Jakobsen, ansvarlige redaktører



Konferansen arrangeres av Universitets- og høgskolerådet, UHR ved UHR-MNT, nasjonal fagstrategisk enhet for MNT-feltet, Nasjonalt senter for realfagsrekruttering, NSR og Universitetet i Oslo, UiO Matematisk-naturvitenskapelige fakultet.

Programkomiteen har bestått av: Mette Mo Jakobsen, UHR; Bjørn Åge Tømmerås, UiB; Solveig Kristensen, UiO; Hilde Færevik, NSR; Marit Wangen, NSR; Hanne Sølna, UiO; Sølvi Haavik, UiO; Eirin Bruholt, UiO.

Review-komiteen har bestått av: Mette Mo Jakobsen, PhD, Universitets- og Høgskolerådet; Reidar Lyng, PhD Førsteamanuensis NTNU, Redaktør for Nordic Journal of STEM Education; Roy Andersson, Førsteamanuensis og pedagogisk konsulent, Lunds Tekniska Högskola, Førsteamanuensis II, bioCEED, UiB; Inger Christin Borge, Førstelektor, UiO; Tiina Komulainen, PhD Førsteamanuensis, HiOA

Keynote  
Helping students perform their best under stress

Store Sal

**Torsdag 30 mars**



Keynote speaker Sian Beilock is a psychology professor at The University of Chicago and one of the world's leading experts on the brain science behind "choking under pressure" and the many brain and body factors influencing all types of performance: from test-taking to public speaking to your golf swing.

Beilock received a B.S. in Cognitive Science from the University of California, San Diego and PhDs in both Kinesiology (sport science) and Psychology from Michigan State University. Her research is funded by the U.S. Department of Education and a CAREER award from the National Science Foundation.

Sian Beilock's research is routinely covered in the media (e.g., CNN, New York Times, NPR, Wall Street Journal) and she was highlighted as one of four "Rising Stars" across all academic disciplines by the Chronicle of Higher Education in 2005, chosen as one of twenty-five "Women to Watch" by Crain's Chicago Business Magazine in 2007, and received an award for Transformative Early Career Contributions from the Association for Psychological Science in 2011



**Program**  
**MNT-konferansen 2017, 30.-31. mars, Oslo**  
**Soria Moria Hotell**

**Torsdag 30. mars**

- 10.00-11.00 **Registrering**
- 11.00-11.10 **Velkommen: Roger Midtstraum**
- 11.10-12.00 **Keynote speaker:**  
**Professor Sian Beilock, University of Chicago**  
*"Helping students perform their best under stress"*
- 12.00-12.15 **Pause**
- 12.15-12.30 **Hilde Færevik**  
**Nasjonalt Senter for Realfagsrekruttering - NSR**  
*"Realfagsrekruttering og undervisning:  
Et avhengighetsforhold"*
- 12.30-13.00 **Torbjørn Røe Isaksen**  
**Stortingsmelding 16 (2016–2017)**  
*"Kultur for kvalitet i høyere utdanning"*
- 13.00-14.00 **Lunsj - Soria Moria Restaurant**
- 14.00-15.20 **Vitenskaplige bidrag fra institusjonerne:**  
**Parallellsesjoner I**
- 15.20-15.50 **Kaffe**
- 15.50-17.10 **Vitenskaplige bidrag fra institusjonerne:**  
**Parallellsesjoner II**
- 17.15-18.30 **SFU session**
- 19.00- **Middag - Soria Moria Restaurant**

**Fredag 31. mars**

- 09.00-10.30 **Innlegg v/UiO –**  
*"Helhetlig fokus på utdanningsutvikling"*  
Kristensen, Sølna, Mørken, Tellefsen, Villanger, Fyhn
- 10.20-11.00 **Kaffe**
- 11.00-12.55 **Vitenskaplige bidrag fra institusjonerne:**  
**Parallellsesjoner III**
- 13.00-13.15 **Avslutning: Roger Midtstraum**
- 13.15- **Lunsj - Soria Moria Restaurant**

# Program

## MNT-konferansen 2017, 30.-31. mars, Oslo

<b>Torsdag 30 mars</b>					
10.00-11.00	Registrering				
11.00-11.10	Velkommen: <i>Roger Midtstrøm</i> [Store Sal]				
11.10-12.00	Keynote speaker <i>Sian Beilock</i> : «Helping students perform their best under stress» [Store Sal]				
12.00-12.15	Pause				
12.15-12.30	Nasjonalt Senter for Realfagsrekruttering - NSR « Realfagsrekruttering og undervisning: Et avhengighetsforhold »: <i>Hilde Færevik</i> [Store Sal]				
12.30-13.00	Stortingsmelding 16 (2016–2017) «Kultur for kvalitet i høyere utdanning»: <i>Torbjørn Roe Isaksen</i> [Store Sal]				
13.00-14.00	Lunsj [Soria Moria restaurant]				
○	Strategi og utdanningsledelse [Store Sal] <i>Øyvind Weiby Gregersen, NTNU</i>	Aktiverende læringsformer [Møterom 1] <i>Inger Christin Borge, UiO</i>	Bruk av teknologi [Møterom 2] <i>Merete Restad, HSN</i>	Utdanning i perspektiv [Utsikten] <i>Annette Veberg Dahl, HiØ</i>	Round table [Lille Sal] <i>Reidar Lyng, NTNU</i>
14.00-14.35	Korleis få professorar med på ein kollegial SoTL-kultur Andersson, Eidesen, Fiksen, Førland, Stefansson, Vandvik	Økt forståelse gjennom forpliktende samarbeid-ende arbeidsformer i reell analys Lefdal, Naaslund	An Interactive Teaching Module for Combined Simulation and Laboratory Work Marcano, Komulainen, Sannerud	Irrelevant! Møte mellom to kulturer Thorvaldsen, Henne	Undervisningsformer i en akademisk kultur Tellefsen  On the aim of teaching, how to reach it - and an example Haugen
14.45-15.20	Collegial evaluation of writing as a learning activity in a bachelor programme Andersen, Fiksen, Kirkendall, Stefansson	Fra lærerstyrt undervisning til bruk av aktiviserende og varterte læringsformer Jakobsen, Waldenstrøm	Hvordan teknologi bidrar til biologistudenters motivasjon og læring Jeno, Grytnes, Vandvik	Sense and sensibility in workload calculation Soulé, Førland, Dahl	Studentaktive undervisningsformer -innføring i gruppeundervisningen på begynnerkurs i biologi Tsigaridas, Gregers
15.20-15.50	Kaffe				

# Program

## MNT-konferansen 2017, 30.-31. mars, Oslo

Torsdag 30 mars, forts

15.20-15.50 Kaffe					
	Strategi og utdanningsledelse [Store Sal] <i>Inger Johanne Lurås, UiT</i>	Aktiviserende læringsformer [Møterom 1] <i>Solve Sæbø, NMBU</i>	Bruk av teknologi [Møterom 2] <i>Harald Walderhaug, UiB</i>	Programutvikling [Utsikten] <i>Ove Kvammen, HVL</i>	Round table [Lille Sal] <i>Roy Andersson, Lunds Universitet/UiB</i>
15.50-16.25	<b>On Competition-driven Teaching of Multidisciplinary Engineering Education: Implementation cases at University of Stavanger</b> Lemu	<b>Intellectual development through transformative learning – The potential of undergraduate research and complex challenges</b> Wallin	<b>Digital evaluering som eksamens- og lærings-verktøy</b> Gørbitz, Tandberg, Kleivane	<b>En prosjektpedagogisk modell med mål å utdanne kreative, innovative og entreprenørielle ingeniører</b> Dæhli, Hasleberg	<p><b>Å tilrettelegge for at lektor-studenten lærer å lære fra seg i første semester</b> Hashemi, Eggereide</p> <p><b>Formålet med praktisk arbeid i naturvitenskapsundervisningen</b> Eggen, Persson</p>
16.35-17.10	<b>Hvordan motivere fysikkstudenter til å jobbe mer og lære mer - frivillig?</b> Hansen	<b>Digital undervisningsvurdering i matematikk: Studenters syn på ulike typer formative tilbakemeldinger</b> Friestad Pedersen	<b>Developing work placements in a discipline education</b> Velle, Nielsen Hole	<b>Study tips - to beginner students in mathematics-heavy sciences</b> Borge, Johansen, Seland	<p><b>Kan integrering i fagmiljøet øke motivasjon hos studenter?</b> Gya, Bjordal</p> <p><b>Digitalisering av undervisning i automatisering – erfaringer ved HiOA</b> Komulainen, Alcocer, Engebretsen</p>
17.15-18.30	<i>Inger Johanne Lurås, UiT</i>				
	<b>SFU session [Store Sal]</b>	<b>17.15 bioCEED - Senter for fremragende utdanning i biologi</b>			
		<b>17.30 CCSE – Center for Computing in Science Education</b>			
		<b>17.45 ENgage – Centre for Engaged Education through Entrepreneurship</b>			
		<b>18.00 ExclTEd – Excellent IT Education</b>			
		<b>18.15 MatRIC – Centre for Research, Innovation and Coordination of Mathematics Teaching</b>			
19.00-	<b>Apertif + Middag [Soria Moria restaurant]</b>				

# Program

## MNT-konferansen 2017, 30.-31. mars, Oslo

**Fredag 31 mars**

09.00-10.30	<b>Innlegg v/UiO – «Helhetlig fokus på utdanningsutvikling»</b> <i>Kristensen, Sølna, Mørken, Tellefsen, Villanger, Fyhn</i> [Store Sal]				
10.30-11.00	<b>Kaffe</b>				
	<b>Strategi og utdanningsledelse</b> [Store Sal] <i>Eric Christian Brun, UiS</i>	<b>Aktiviserende læringsformer</b> [Møterom 1] <i>Jo Døhl, UiO</i>	<b>Bruk av teknologi</b> [Møterom 2] <i>Geir Egil Dahle Øien, NTNU</i>	<b>Programutvikling</b> [Utsikten] <i>Tiina Komulainen, HiOA</i>	<b>Utdanning i perspektiv</b> [Lille Sal] <i>Randi Toreskås Holta, HSN</i>
11.00-11.35	<b>Det nasjonale kvalifikasjonsrammeverket og utdanningsutvikling</b> Mørken, Kobro Runde, Skramstad	<b>Revealing preconceptions in first year chemistry courses</b> Mathisen, Ali, Lein	<b>Individuell «automagisk» tilbakemelding på skriftlig eksamen</b> Mirmotahari, Berg	<b>Interviewing researchers-introducing first year bachelor students to their scientific discipline</b> Malm, Lundmark, Lilleøren	<b>Some factors affecting the grades of technology students</b> Gregersen, Kløkstad, Hervik, Plesser, Pettersen
11.40-12.15	<b>Strategies for Documenting the Implement-ation of Active Learning in the Department of Biology</b> Cotner, Jenø, Ballen	<b>Development of teaching-modules in computational Mathematics and STACK in cooperation with students</b> Brekke, Duranovic, Jevne, Sangwin	<b>Video production - mathematics for beginner students</b> Kleppe, Borge	<b>Numerical competence and quantitative skills in biology education</b> Eliassen, Kolding, Smedmark, Vandvik	<b>Förändringar i attityder gentemot lärande och ämne under första studieåret vid en civilingenjörsutbildning</b> Persson
12.20-12.55	<b>Etter- og videreutdanning for lærere - hva skal til for å lykkes?</b> Frøyland, Remmen, Lundmark	<b>Utnytter vi potensialet for læring og personlig utvikling i feltundervisning?</b> Eidesen, Vader, Søreide	<b>Læringsteknologi og endring av undervisningspraksis gjennom situert læring i et praksisfellesskap</b> Tvenge, Arntsen, Folkestad, Fykse, Kampen, Leiknes, Mathiesen, Norheim, Pollen, Sande	<b>Teoriforståing og identitetsbygging gjennom praktisk designarbeid</b> Lundheim, Ekman, Larsen, Tybell	<b>Norway's gender gap: classroom participation in undergraduate introductory science</b> Ballen, Danielsen, Jørgensen, Grytnes, Cotner
13.00-13.15	<b>Avslutning: Roger Midtraum</b> [Store Sal]				
13.15-	<b>Lunsj</b> [Soria Moria restaurant]				



## Innholdsfortegnelse

<b>Strategi og utdanningsledelse .....</b>	<b>13</b>
<b>Korleis få professorar med på ein kollegial SoTL-kultur</b>	<b>15</b>
Andersson, Eidesen, Fiksen, Førland, Stefansson, Vandvik	
<b>Collegial evaluation of writing as a learning activity in a bachelor programme</b>	<b>20</b>
Andersen, Fiksen, Kirkendall, Stefansson	
<b>On Competition-driven Teaching of Multidisciplinary Engineering Education: Implementation cases at University of Stavanger</b>	<b>25</b>
Lemu	
<b>Det nasjonale kvalifikasjons-rammeverket og utdannings-utvikling</b>	<b>31</b>
Mørken, Kobro Runde, Skramstad	
<b>Strategies to document active learning practices in biology</b>	<b>36</b>
Cotner, Jenö, Ballen	
<b>Etter- og videreutdanning for lærere - hva skal til for å lykkes?</b>	<b>43</b>
Frøyland, Remmen, Lundmark	
<b>Aktiviserende læringsformer .....</b>	<b>49</b>
<b>Økt forståelse gjennom forpliktende samarbeidende arbeidsformer i reell analys</b>	<b>51</b>
Lefdal, Naaslund	
<b>Fra lærerstyrt undervisning til bruk av aktiviserende og varierte læringsformer</b>	<b>57</b>
Jakobsen, Waldenstrøm	
<b>Intellectual development through transformative learning – The potential of undergraduate research and complex challenges</b>	<b>63</b>
Wallin	
<b>Hvordan motivere fysikkstudenter til å jobbe mer og lære mer - frivillig?</b>	<b>69</b>
Hansen	
<b>Revealing preconceptions in first year chemistry courses</b>	<b>74</b>
Mathisen, Ali, Lein	
<b>Development of teaching-modules in computational Mathematics and STACK in cooperation with students</b>	<b>79</b>
Brekke, Duranovic, Jevne, Sangwin	
<b>Utnytter vi potensialet for læring og personlig utvikling i feltundervisning?</b>	<b>82</b>
Eidesen, Vader, Søreide	

<b>Bruk av teknologi</b> .....	87
<b>An Interactive Teaching Module for Combined Simulation and Laboratory Work</b> Marcano, Komulainen, Sannerud	89
<b>Hvordan teknologi bidrar til biologi-studenters motivasjon og læring</b> Jeno, Grytnes, Vandvik	95
<b>Digital evaluering som eksamens- og lærings-verktøy</b> Gørbitz, Tandberg, Kleivane	99
<b>Digital undervisningsvurdering i matematikk: Studenters syn på ulike typer formative tilbakemeldinger</b> Friestad Pedersen	104
<b>Individuell «automagisk» tilbakemelding på skriftlig eksamen</b> Mirmotahari, Berg	109
<b>Video production - mathematics for beginner students</b> Kleppe, Borge	115
<b>Læringsteknologi og endring av undervisningspraksis gjennom situert læring i et praksisfellesskap</b> Tvenge, Arntsen, Folkestad, Fykse, Kampen, Leiknes, Mathiesen, Norheim, Pollen, Sande	120
<b>Programutvikling</b> .....	127
<b>En prosjektpedagogisk modell med mål å utdanne kreative, innovative og entreprenørielle ingeniører</b> Dæhli, Hasleberg	129
<b>Developing work placements in a discipline education</b> Velle, Nielsen Hole	134
<b>Interviewing researchers-introducing first year bachelor students to their scientific discipline</b> Malm, Lundmark, Lilleøren	140
<b>Numerical competence and quantitative skills in biology education</b> Eliassen, Kolding, Smedmark, Vandvik	145
<b>Teoriforståing og identitetsbygging gjennom praktisk designarbeid</b> Lundheim, Ekman, Larsen, Tybell	150
<b>Utdanning i perspektiv</b> .....	155
<b>Irrelevant! Møte mellom to kulturer</b> Thorvaldsen, Henne	157
<b>Sense and sensibility in workload calculation</b> Soulé, Førland, Dahl	162
<b>Some factors affecting the grades of technology students</b> Gregersen, Kløkstad, Hervik, Plessner, Pettersen	167
<b>Förändringar i attityder gentemot lärande och ämne under första studieåret vid en civilingenjörsutbildning</b> Persson	174
<b>Norway's gender gap: classroom participation in undergraduate introductory science</b> Ballen, Danielsen, Jørgensen, Grytnes, Cotner	179

<b>Round table</b> .....	187
<b>Undervisningsformer i en akademisk kultur</b> Tellefsen	189
<b>On the aim of teaching, how to reach it - and an example</b> Haugen	194
<b>Studentaktive undervisningsformer – innføring i gruppe-undervisningen på begynnerkurs i biologi</b> Tsigaridas, Gregers	198
<b>IKT kompetanse blant studenter. Er vi klar for fremtiden?</b> Fojcik, Galek, Fojcik	204
<b>Å tilrettelegge for at lektor-studenten lærer å lære fra seg i første semester</b> Hashemi, Eggereide	208
<b>Formålet med praktisk arbeid i naturvitenskapsundervisningen</b> Eggen, Persson	212
<b>Study tips – to beginner students in mathematics-heavy sciences</b> Borge, Johansen, Seland	216
<b>Kan integrering i fagmiljøet øke motivasjon hos studenter?</b> Gya, Bjordal	221
<b>Digitalisering av undervisning i automatisering – erfaringer ved HiOA</b> Komulainen, Alcocer, Engebretsen	224
<b>SFU Session</b> .....	229
<b>bioCEED - Senter for fremragende utdanning i biologi</b>	231
<b>CCSE - Center for Computing in Science Education</b>	236
<b>Engage - Centre for Engaged Education through Entrepreneurship</b>	242
<b>ExcITed - Excellent IT Education</b>	243
<b>MatRIC - Centre for Research, Innovation and Coordination of Mathematics Teaching</b>	249
<b>Helhetlig fokus på utdanningsutvikling</b> .....	255
Innlegg v/UiO	



## Strategi og utdanningsledelse

Store Sal

### Torsdag 30 mars

*Sesjonsansvarlig: Øyvind Weiby Gregersen, NTNU*

14.00-14.35

**Korleis få professorar med på ein kollegial SoTL-kultur**

Andersson, Eidesen, Fiksen, Førland, Stefansson, Vandvik

14.45-15.20

**Collegial evaluation of writing as a learning activity in a bachelor programme**

Andersen, Fiksen, Kirkendall, Stefansson

*Sesjonsansvarlig: Inger Johanne Lurås, UiT*

15.50-16.25

**On Competition-driven Teaching of Multidisciplinary Engineering Education: Implementation cases at University of Stavanger**

Lemu

### Fredag 31 mars

*Sesjonsansvarlig: Eric Christian Brun, UiS*

11.00-11.35

**Det nasjonale kvalifikasjons-rammeverket og utdannings-utvikling**

Mørken, Kobro Runde, Skramstad

11.40-12.15

**Strategies for Documenting the Implement-ation of Active Learning in the Department of Biology**

Cotner, Jenø, Ballen

12.20-12.55

**Etter- og videreutdanning for lærere - hva skal til for å lykkes?**

Frøyland, Remmen, Lundmark



# Korleis få professorar med på ein kollegial SoTL-kultur?

R. Andersson, P. B. Eidesen, Ø. Fiksen, O. Førland, S. Stefansson og V. Vandvik,  
*bioCEED Senter for framifrå utdanning i biologi*

**ABSTRACT:** I den offentlege debatten om høgare utdanning er undervisarane påfallande fråverande. Dei sterkaste stemmene tilhøyrar politikarane, studentane, institusjonsleiarane og pedagogane. Når undervisarane melder seg på er det oftast i ein klagesong over høgt arbeidspress, krevjande studentar og mangel på tid og ressursar til forskning. Kvifor oppfattar brorparten av undervisarar i høgare utdanning undervising som ei byrde og forskning som eit privilegium? Ein viktig skilnad ligg i kulturen, det kollegiale fellesskapet, som er sterkt og levande i forskinga, men nærmast fråverande i undervisinga. Dette blir stadfesta i ei nasjonal undersøking av studentar, undervisingsstab og arbeidsgjevarar innan biologiske fag.

Eit av hovudmåla til Senter for framifrå utdanning i biologi (bioCEED) er å bygge ein kollegial og forskande lærarkultur (Scholarship of Teaching and Learning – SoTL). Vi meiner at nøkkelen til å utvikle ein SoTL kultur er å bringe det beste frå forskarkulturen inn i undervisingskulturen. Å dokumentere, skildre og forankre undervisinga i pedagogisk teori og å dele erfaringar i lærarkollegiet, er ei ny oppleving for mange undervisarar – men likevel kjent for dei fleste i deira forskarrolle.

Her viser vi korleis ein systematisk institusjonell innsats for å bygge ein forskande og kollegial lærarkultur, inspirert av forskarkulturen, kan hjelpe ei gruppe undervisarar å finne eit felles språk og si eiga stemma i diskusjonen om læring og undervising. Ein kollegial og forskande lærarkultur endrar innhaldet og hevar nivået på dei undervisingsfaglege diskusjonane, og aukar òg engasjement, og deltaking i debatten om læring og undervising både lokalt og offentleg.

## 1 BAKGRUNN

Professorane og amanuensane på universiteta og høgskulane har to svært ulike roller å fylle – undervisaren og forskaren, og desse to rollene er prega av svært ulike kulturarar (Figur 1). Forskarkulturen er prega av kontinuerleg vitenskapleg og metodologisk utvikling, dokumentasjon, samarbeid, og deling, i tillegg til diskusjon, debatt, kritikk og fagfellevurdering. Undervisingskulturen, på den andre sida, er prega av ein relativt einsam praksis basert meir på personlege erfaringar og ein tanke om «talent», til forskjell frå bruk og utvikling av dokumenterte metodar og praksisar. Undervisarar har gjennomgåande få moglegheiter til å dele erfaringar med kvarandre, dei opplever lite kollegialt samarbeid og støtte, lite av det dei gjer vert dokumentert, og det er ein tendens til å konservere tradisjonelle undervisingsmetodar.

Desse tankane ligg bak utviklinga av ein meir heilskapleg kultur for «Scholarship of Teaching and Learning», der undervisarane skal ha same tilnæringsmåte til undervising som til forskning (Boyer 1990). Argumentet bak SoTL er at det mykje å hente, både når det gjeld utdanningskvalitet og arbeidsmiljø, på å ta med styrkene som ligg forskarkulturen inn i undervisingskulturen; samarbeid, vitenskapleg tilnærming, fellesskap og dokumentasjon.

## 2 DAGENS SITUASJON

Senter for framifrå utdanning i biologi – bioCEED vart oppretta i 2014 av partnarane Institutt for biologi (UiB), Avdeling for arktisk biologi (UNIS), Institutt for pedagogikk (UiB) og Havforskningsinstituttet. bioCEED sin prosjektplan vart bygd rundt utviklinga av ein SoTL-inspirert kultur, der visjonen var «å utdanne morgondagens biologar ved å utvikle biologiutdanningar som knyter saman teoretisk kunnskap, praktiske ferdigheiter og samfunnsrelevans, og [...] å ta det beste frå forskarkulturen inn i undervisingskulturen».

I 2015 gjennomførte bioCEED ei stor nasjonal spørjeundersøking blant biologistudentar, biologilærarar og biologar i arbeidslivet (Hole m.fl. 2016). Undersøkinga stadfestar i stor grad historia om dei to kulturane, og at forskning trumfar undervising. Lærarane svarar at dei opplever at leiinga ved

## De to akademiske kulturane:



### forskning

- Forskingsgrupper
- Sosiale felleskap – tillit
- Samarbeid, utnytte komplementære styrker



- Kontinuerleg utvikling og overføring av kunnskap
- Vitskapleg metode

- Dele funn med andre – er opne
- Skrive og publisere nye funn
- 'Peer review'

- Følge med i litteraturen
- Ta i bruk nye metodar, ny teknologi



### undervisning

- Aleine framfor kateteret
- Fordele oppgåvene – einsemd
- Alle gjer det same, alle gjer alt

- 'Snu bunken'
- 'Erfaring'

- Eigne erfaringar – er lukka
- Alt går i skrivebordskuffa
- Studentevalueringar

- Ped.sem. ved tilsetjing
- Konserverar metodar, 'Forelesinga'

Figur 1. Dei to akademiske kulturane – forskarkulturen og undervisarkulturen. ©bioCEED

universiteta og høgskulane i liten grad verdset undervisningsinnsatsen deira. Konsekvensen av dette er at det er innsats og suksess i forskning, heller enn undervisning, som legg grunnlag for akademisk karriere. Diskusjonar med kollegaer handlar ofte om dei praktiske og organisatoriske aspekta ved undervisninga, og sjeldan om undervisningsmetodar eller om rolla som lærar. Men, resultatane viser òg at lærarane verdset undervisning, har tru på egne evner, set stor pris på tilbakemelding frå studentar og kollegaer, og at dei driv undervisningsutvikling. Det er derfor ingen grunn til å svartmale situasjonen; undervisningskvalitet er viktig for lærarane, men det er behov for støtte frå leiinga, anerkjenning av kvalitetsarbeid, og eit kollegialt lærarfellesskap. Dette viser òg kommentarar i undersøkinga:

*"Jeg savner et forum av peers for å utveksle erfaringer mht undervisning og veiledning. Jeg tror vi har mye å lære av hverandre. Jeg har lansert slike tanker lokalt mange ganger, men interessen er låber både fra kolleger og ledelse."*

Dette er ikkje noko spesielt for biologi, NOKUT-undersøkinga viser at mange av dei same utfordringane og haldningane òg er til stades i andre fag og på mange institusjonar (Lid m.fl. 2016).

### 3 Å BYGGE EIN SOTL-KULTUR FRÅ GRUNNEN

Mange kjenner seg att i skildringa av dei to akademiske kulturane, og det å be undervisarane å ta med seg forskarhovudet sitt inn i undervisninga er ein tiltalende tanke for mange. I ein SoTL-basert undervisningskultur er ikkje forventninga til deg som lærar at du skal vere ein formidlingseksperter eller eit underholdningsinnslag, eit ideal ein ofte støyter på i det offentlege ordskiftet men som mange universitetslærarar slit med å fylle. Derimot skal du ha ei forskande, utviklande, og profesjonell tilnærming til undervisninga di. Ved å bruke forskarhovudet i undervisninga har læraren allereie mange av dei naudsynte verktya, ikkje berre til å sjølv å bli ein betre lærar, men òg til å bli eit aktivt og støttande medlem av eit undervisningsfellesskap. Eit fellesskap som deler ansvar, kunnskap og erfaring. For å bygge dette fellesskapet trengs felles mål, kollegiale møteplassar og eit felles språk, slik ein finn det i velfungerande forskingsgrupper.

Men å bygge ein kollegial SoTL-kultur krev òg at naudsynte tiltak må integrerast i dei institusjonelle strategiane (Gibbs 2009, Andersson & Warfvinge 2012). Utdanningsleiarane på alle nivå, frå institutt og program til heile institusjonen, har ei nøkkelrolle som pådrivararar og motivatorar for utvikling og endring. Målet om å endre måten vi tenkjer på, og utfører undervisning krev eit leiarskap som ser den innsatsen mange gjer, trekk fram gode døme, lagar insentiv og stillar krav til lærarkollegiet. Fagleg



leiarsskap av undervising skil seg òg frå forskingsleiing. Forsking, i alle fall ved universiteta, er fri – ingen kan bestemme kva ein skal forske på, få legg seg opp i korleis forskarar skal gruppere seg og det meste blir organisert nedanfrå. Autoritet får ein ‘naturleg’ gjennom merittar, funn, oppdagingar, publikasjonar, bibliometri og anna som er ganske synleg og målbart. I utdanningsleiing er autoritet meir formell, og må tildelast gjennom eit meir hierarkisk system, som gjerne ikkje passar like lett inn i forskingsintensive miljø. Det er likevel oftast aksept for at rolla trengs; nokon må ha eit overordna fagleg ansvar for organiseringa og gjennomføring av undervisinga som blir gitt. Men det er mindre aksept for at undervisningsleiarar òg skal vere endringsagentar for kvalitetsutvikling i undervisinga, og ha ansvar for at undervising i større grad blir utført i tråd med det forskning viser gir god læring (det vi kan kalle forskingsbasert undervising, sjå Raaheim 2016). Dette er det viktig å få endra på – vi ser at dersom det skal skje ei endring i denne retninga må nokon utfordre miljø som i liten grad er kjend med forskingslitteraturen på undervising, og spesielt kor eintydig den er i forhold til det svake læringsutbyttet til tradisjonell forelesingsbasert undervising (til dømes Wieman 2014). Her kan det vere mykje å hente ved å stimulere forskarinstinkt til undervisarar, få dei til å reflektere kring den store forskjellen mellom måten ein tenkjer på som forskar og som undervisar (Figur 1). Frå forskinga kan vi òg hente døme på effektive møteplassar og prosessar, som konferansar, teknologi, peer-review, merittering basert på CV, litteraturstudiar, osb. Det å ikkje ha oversikt over litteraturen på felt ein brukar store delar av kvardagen sin på må bli litt pinleg, i det minste må ein kjenne til terminologi og basisteori (t.d., ha lest basisboka Biggs & Tang (2011)).

#### 4 EIN SOTL-KULTUR I DET DAGLEGE

Å skape arenaer der undervisningsstaben i fellesskap kan dele og diskutere undervising, og utvikle sin pedagogiske kunnskap og praksis, har vore sentralt i bioCEED sitt arbeid for å bygge ein SoTL-kultur. Lærarar blir oppfordra til å delta i kollegiale aktivitetar som lærarsamlingar, seminar og workshop. Dokumentasjon og refleksjon om eigen undervisningspraksis er blitt ein del av kvalitetssikringa av program og emne, og bioCEED tilbyr skreddarsydde kurs til undervisningsstaben. Lærarar får høve til å delta på, og bidra til, aktivitetar og diskusjonar utanfor senteret og eigen institusjon. Vi legg vekt på å ha varierte aktivitetar – store og små, ofte og sjeldan, detaljar og det store bilete. Vi ser at desse kollegiale aktivitetane gjev oss eit felles språk og sjølvtilitt til å delta i diskusjonar om læring og undervising. Haldninga til undervising har òg endra seg. Professorane ser i større grad på undervising som noko fagleg og kollegialt gjevande og utviklande. bioCEED har allereie hatt ein effekt på den interne undervisningsdebatten, og fleire deltek òg i det offentlege ordsiftet om utdanning.

Vi ser altså ei markant endring i lærarkulturen. Der det tidlegare var ein tendens til å legge mest vekt på forskning er det no eit tydeleg styrka fokus på kvalitet og utvikling i undervising. Dette ser vi òg i undervisningspraksisen ved at mange emne blir revidert for å oppnå større samsvar mellom undervising, vurdering og læringsutbytte. Studentaktive læringsformer blir tekne i bruk, digitale verktøy vert brukt og utvikla av lærarar og studentar, og vi dokumenterer og deler erfaringar.

*"Jeg fikk et bevisst forhold til samspillet mellom kursinnhold, læringsaktiviteter og vurderingsform; spesielt hvor viktig undervisevurdering er. Nå ser jeg nytten av en gjennomtenkt kursbeskrivelse, og at det kan fungere som et verktøy. Tidligere opplevde jeg det å skrive kursbeskrivelser mer som et administrativt krav enn noe jeg faktisk kunne bruke til noe."*

*"Modulen med undervisningsportefølje var spesielt nyttig, da den fikk oss til å reflektere grundig over egen undervisningspraksis."*

*"Å jobbe tett i grupper med folk med ulik tilhørighet gjorde at vi fikk sett undervisningen fra ulike sider, og gjorde oss nye erfaringer og bekjentskap."*

Etter to år med bioCEED, har om lag 77% av undervisarane ved Institutt for biologi (UiB) delteke i undervisningsutvikling og erfaringsdeling. Hos Arktisk biologi (UNIS), som er ei mindre avdeling, er deltakinga nær 100%. Om lag 40% av lærarane er involvert i forskings- og utdanningsprosjekt, ofte initiert av lærarane sjølv i samarbeid med bioCEED. Prosjekta strekk seg frå små utviklingsprosjekt i enkeltemne til større eksterntfinansierte forskings- og utviklingsprosjekt over fleire år, med internasjonale partnarar og på tvers av studieprogram. Alle prosjekta inkluderer tilbakemeldingar, bidrag og aktiv deltaking frå studentane. Før bioCEED var slike aktivitetar og prosjekt sjeldne, og lite dokumentert.

## 5 EIN SOTL-KULTUR SOM OMFATTAR ALLE

bioCEED har lagt vekt på å involvere alle stillingstypar knytt til undervising og utdanning. Dette inneber at det ikkje berre studentar og lærarar, men òg leiing, undervisningsutviklarar og pedagogar, undervisningsassistentar, og teknisk-administrativ stab. Det er sjølvstøtt essensielt å bygge opp den pedagogiske kompetansen til lærarane, men bioCEED tilbyr òg pedagogisk opplæring til dei andre som jobbar med utdanning og undervising. Forskings- og utviklingsprosjekt omfattar oftast ulike stillingskategoriar. Ved å inkludere alle stillingskategoriar blir fellesskapet rundt undervising større og meir heilskapleg, og alle sin innsats og kompetanse vert verdsett og synleggjort. Ein heilskapleg og felles innsats mot felles mål er naudsynt for å oppnå framifrå undervising.

Studentane blir aktivt engasjert i klasserommet, men og gjennom representasjon i organ der avgjerder vert tekne og som aktive partnarar i utviklingsprosjekt.

*"Det er gøy å være prøvekanin for nye mer aktive undervisningsmetoder. Da gleder man seg til forelesning!"*

*"Undervisningen på BIO er nærmest levende. Vi ser at fagene endrer seg fra år til år i respons til tilbakemeldinger fra studentene."*

*"I tiden etter vi fikk SFU'en merket jeg et større engasjement blant underviserene mine for å prøve ut nye metoder. () etterhvert som tiden gikk kom jeg stadig til emner med undervisere som litt småstolt informerte om at "i år skal vi prøve noe nytt!"*

## 6 INSTITUSJONELL STØTTE OG STRUKTURAR

Det lokale nivået (lærarfellesskapet) er kjerna til å oppnå og utvikle ein SoTL-kultur. Men utan at det samtidig skjer endringar på institusjonelt og nasjonalt nivå vil vi ikkje lukkast. Dersom institusjonane, gjennom innretting av dei 'harde' og 'mjuke' insentiva dei rår over, held fram å formidle at undervising er annanrangs samanlikna med forskning, vil professorane halde fram med å prioritere forskinga fordi denne både vert verdsett og er karrierefremjande. Dersom kvalitetssikringssystema primært brukast som kontrollsystem og ikkje som verktøy for kvalitetsutvikling, vil dei ha minimale effektar på undervisinga. Dersom lærarar som deler og dokumenterer sine erfaringar ikkje får uttelling for dette gjennom dei 'mjuke' og 'harde' insentiva på institusjonane og i sektoren, blir det inga spreiding av god praksis eller læring av kvarandre.

Eit tiltak som har vore heftig debattert den siste tida er innføring av meritteringssystem for undervising. Ved UiB vert et slikt system (Framifrå undervisar – Fund) innført som ei prøveordning frå 2017 (vedteke i Fakultetsstyret i 2016). Målet med ordninga er dels å premiere og løfte fram undervisarar som allereie praktiserer, dokumenterer, og deler, framifrå SoTL-basert undervising, og slik skapar betre balanse i UiB sine insentiv inn mot forskning og undervising (jf. Olsson & Roxå 2013). Vidare vil dei meritterte undervisarane inngå i UiB sitt 'Pedagogiske Akademi' som vil vere ein ressurs for undervising og utvikling på heile institusjonen. Ordninga fylgjer òg direkte opp eit viktig punkt i Kvalitetsmeldinga (Meld.St.16, 2016-2017).

bioCEED har erfart at statusen som SFU har vore nyttig for å få undervisarane med på å utvikle ein SoTL-kultur. Senteret er eit knutepunkt for kompetanse, involvering, kunnskap, og innovasjon gjennom å bringe saman folk med ulik bakgrunn og frå ulike fagområde. Senteret har blitt ein inkubator for idear og prosjekt, og har katalysert prosessen mot ein levande SoTL-kultur i lærarkollegiet.

bioCEED er eit senter for FoU innan utdanning som vart initiert i fagmiljøet. Visjonen og senterplanen vart utvikla primært av biologar for å utvikle biologiutdanning. Teori og metodar som formar basisen i senterplanen kjem frå utdannings- og pedagogisk vitskap, men sett i konteksten til biologiutdanning. Den sterke forankringa i fagmiljøet gjev ei sterk kjensle av eigarskap og forplikting til bioCEED sine prosjekt. Dette er ein nøkkelfaktor for senteret sin suksess, og for å bygge ein kvalitetskultur som varar, og som utviklar seg vidare. Ressursane i senteret (både menneskelege og økonomiske) har gitt rom for satsing på fleire område og aktivitetar samstundes, noko som har skapt endring og utvikling raskare enn det vi normalt ser i akademiske miljø. Men ei omstilling i seg sjølv krev ikkje store økonomiske ressursar, det som må til for å lykkast er først og fremst erkjenninga av at ei endring er naudsynt.

## REFERANSAR

- Andersson, R. & Warfvinge, P. (2012). Developing a teaching and learning culture – the case of Faculty of Engineering at Lund University, in Proceeding of the 40th SEFI Conference, Thessaloniki, September 2012.
- Biggs, J. & Tang, C. (2011) Teaching for Quality Learning at University, 4th ed, The Society for Research into Higher Education & Open University Press. Berkshire, England.
- Boyer, E. L. (1990). Scholarship Reconsidered. Priorities of the professoriate. New Jersey, The Carnegie Foundation.
- Fakultetsstyret 2016. Fakultetsstyresak 42/2016 Saksnr. 2016/6332, Det Matematisk-naturvitenskaplige fakultet, UiB. [http://www.uib.no/sites/w3.uib.no/files/attachments/42-etablering\\_av\\_meriteringsordning\\_excellent\\_teaching\\_practitioner\\_0.pdf](http://www.uib.no/sites/w3.uib.no/files/attachments/42-etablering_av_meriteringsordning_excellent_teaching_practitioner_0.pdf)
- Gibbs, G. (2009). 'Developing students as learners – varied phenomena, varied contexts and a developmental trajectory for the whole endeavour', Journal of Learning Development in Higher Education, Issue 1: February 2009.
- Hole, T.N., Jenø, L.M., Holtermann, K., Raaheim, A., Velle, G., Simonelli, AL. & Vandvik, V. (2016). bioCEED Survey 2015. Retrieved from University of Bergen, BORA – Bergen Open Research Archive: <http://hdl.handle.net/1956/11952>
- Lid S.E., Glasser R., & Hamberg S. (2016). Hva vet vi om kvalitet? NOKUT Rapport 2016-3. ISSN: 1892-1604.
- Meld.St.16 (2016-2017) Kultur for kvalitet i høyere utdanning. Tilråding frå Kunnskapsdepartementet 27. januar 2017, godkjent i statsråd same dag. (Regjeringen Solberg)
- Olsson, T. & Roxå, T. (2013). Assessing and rewarding excellent academic teachers for the benefit of an organization, European Journal of Higher Education, 3:1,40-61.
- Raaheim, A. (2016). Eksamensrevolusjonen. Gyldendal Norsk Forlag. 164 s. ISBN/EAN: 9788205490819
- Wieman C.E. 2014. Large-scale comparison of science teaching methods sends clear message. Proceedings of the National Academy of Sciences 111 (23): 8319–8320. doi: 10.1073/pnas.1407304111

# Collegial evaluation of writing as a learning activity in a bachelor programme

Heidi Lie Andersen\*, Øyvind Fiksen, Lawrence Kirkendall, Sigurd Stefansson  
*bioCEED - Centre of Excellence in Biology Education, Department of Biology, University of Bergen, Norway; \*Arboretum and Botanical Gardens, University of Bergen, Norway.*  
(Authors are listed in alphabetical order).

**ABSTRACT:** Writing is an important academic skill and an essential element of any university degree. Employers and graduate advisors expect students with a bachelor's degree in biology to be able to communicate persuasively in writing with both scientists and the general public. But how can a collegium assess how aligned the teaching of a skill such as writing is within a programme? As group of teachers (the authors), we decided to produce an overview of how writing skills are trained during a 3-year university Bachelor Programme in Biology. We develop an inventory of how much writing students encounter in individual courses and how this comes together as a whole as they graduate, including how often and in what format writing assignments are given, including feedback and assessment. Our main emphasis has been on the first 2 years of the programme, common to all students, where we interviewed individual teachers to get the exact information, but we have also looked into the more diverse 3rd year. We found that (1) there is limited writing activity during the two first years, but more during year three; (2) almost all writing assessments in the first two years are in the form of laboratory or field reports; (3) there is a lack of individual-level feedback, particularly from faculty, on writing assignments (with some the notable exceptions). We also point at a few improvements to facilitate writing as an integrated activity in the program.

## 1 INTRODUCTION

University graduates write. [Ryssevik & al \(2011\)](#) interviewed a large number of employers of former students from the University of Bergen. The employers ranked written and oral communication skills as the 3<sup>rd</sup> most important qualification of candidates when recruiting new employees (Fig 6.3 in their report, see below). Surprisingly, theoretical knowledge was ranked 9<sup>th</sup> out of 11 options. Clearly, written communication skills are important for students regardless of the career to which they aspire.

Writing skills are important for written essay assignments, reporting research results or answering exam questions, but writing by university students is much more. *Writing is active learning*: it requires organization of knowledge, and results in an external product that is available for feedback, revision, and self-reflection (Bangert-Drowns et al. 2004). Feedback and reflection improves the written text, and writing with feedback becomes an iterative process that increases both learning and writing skills. This active process not only engenders deeper learning in the student, but it also teaches critical thinking. Quitadamo & Kurtz (2007) conclude that writing activities positively influence critical thinking, when comparing the effect of written assessments with quiz-based assessment in general biology laboratories. Writing can also produce innovation. As knowledge is subjected to a repeated process of feedback and reflection, new understanding and ideas can be constructed.

Writing is the primary way our students communicate science. We want our students to be able to write clearly, whether the audience is other biologists (including their teachers) or the public at large. Students should master not only the science about which they write and the proper way to structure formal and informal writing, but also fundamentals of good writing practice: *clear* writing arises from not only structure and content, but also the nuts and bolts of word selection, grammar, logic, and other dimensions of correct writing. No amount of critique of the scientific qualities of a text will improve writing skills; no matter how well they understand their subject, students cannot communicate science effectively if they do not master basic writing techniques as well. If we expect students to learn to write well, writing as a method for learning biology must be incorporated in our curriculum.

How do students learn to write well? To learn to write students have to write, and they need constructive feedback (Mynlieff et al. 2014). Students also learn from reviewing other students' texts, and from themselves giving feedback (Rienecker 2007, Reed et al. 2014). University libraries and other centres (e.g. [Skri vesenteret](#)) offer writing courses, provide writing assistance and can be an integrated part of any course.

In recent years, higher education has been shifting towards active learning methods coupled with fewer lectures and less emphasis on final written exams (see [Quality Reform](#) and [Qualification framework](#)). Efforts are made to activate students through placements in industry or through laboratory and field activities and by generating alternatives to traditional lectures along lines described in the [Carl Wieman Science Education Initiative](#) (CWSEI, see also Deslauriers & al. 2011). Clearly, written assignments with constructive feedback should be intrinsic to ambitions for modernizing university education: writing is both a skill and active learning (Bangert-Drowns et al. 2004), and educational programs should have an explicit strategy to develop writing and communication skills in students.

In summary, communicating science effectively in writing is a key transferable skill. Besides having a working understanding of their field of study, both faculty and future employers expect our graduates to be numerate and biologically literate. Writing forces reflection, and the learning benefits from the cognitive processes engendered by reflection have been well established by empirical research (Brown et al. 2014; see also Quitadamo and Kurtz 2007, Reed et al. 2014).

So, how much do our students write now, and in what forms? Are they getting the feedback and other training which is necessary for *improving* writing skills? How can we ensure proficiency in written communication at the end of three years of study at our institute? Are our published writing-related intended learning outcomes being achieved?

## 2 METHODS

Limited information on the amount, formats and practices of writing assignments during the bachelor's degree study at BIO is available from the official course [web sites](#). In order to get a more complete overview, we interviewed teachers of all mandatory courses taken during the Bachelor Programme in Biology (BPB). Transcripts of these interviews are available in [this document](#). In BPB there are twelve 10-ECTS courses in a fixed plan that all students follow. These include five in biology; the others are in mathematics, statistics, physics, chemistry and Ex. Phil. Students from several study programmes mix during this period, and 130–250 students enrol in introductory biology courses (100-level courses).

In addition, biology students normally take a variety of 200-level elective courses during the third year. We relied mainly on publically available information for the 200-level courses, including evaluative course reports publically available from the [Studiekvalitetsbase](#), where teachers are obliged to submit a report at least every third year according to the [Quality Assurance regulations](#) at UiB. To ensure a complete overview of the writing activities in each course, we interviewed all teachers responsible for the mandatory 12 courses by email, over the telephone, or in person. However, some uncertainty about writing activity remains for 200-level courses, where we relied on web-based information only. The course descriptions do not always reflect all learning activities, as became clear when we read some course reports. Importantly, the amount and quality of feedback provided is difficult to assess without directly observing what goes on in the classroom or learning platforms. We did our study during 2016, referring to the situation at BIO in 2015.

## 3 RESULTS

### 3.1 Learning outcomes and writing

Intended learning outcomes (ILOs) for the BPB programme do not mention writing skills explicitly. Under general competencies the formulation '*the candidate can communicate scientifically in Norwegian and English*' must implicitly involve writing skills, but '*can communicate*' is vague. Another relevant ILO is '*can explain main theories, methods and research areas in biology*', which presumably includes explaining in writing. Effectively, there is little explicit emphasis on developing writing skills as a core competency for students completing a bachelor degree from BIO.

Eight courses explicitly mention writing skills in the learning outcomes, and typically this is formulated as '*being able to present research in writing*' or similar. The type of writing or levels of skills expected are vaguely described in the ILOs.

### 3.2 Writing in mandatory courses (first two years)

First, we present a general overview of the mandatory first two years, semester by semester. Then we summarize writing activities in the elective 200-level courses available to bachelor's degree students, which they normally use to fill up the 3rd year. All chemistry, statistics, physics, and math courses (five) involve assignments with feedback, but there is no focus on writing in these courses.

**1<sup>st</sup> semester:** First semester students attend BIO100 (Introduction to Evolution and Ecology) along with a first-year course in math and one in chemistry. BIO100 is one of few obligatory biology courses that provides feedback on language use and writing skills. Students get practice writing short answers and essays in class, as preparation and exercise for the final exam. The instructor also gives individual feedback to each student on the answers to the final written exam, commenting both on scientific content and writing style. Students write a graded report in a numerical lab (but get no feedback) and receive written feedback on language usage in a PowerPoint presentation. There is also an objective exam (multiple choice, definitions), but no feedback is given on this.

**2<sup>nd</sup> semester:** BIO101 (Organismal Biology 1) includes four lab reports where students learn about the proper structure of the report, including layout, tables, figures, and illustrations. The feedback includes the organization of the report, but not the writing skills. The grade is Pass/Fail on the report.

In the philosophy course, EXPHIL-MNSEM, students can choose between two variants of the course: a seminar model, or an exam model. In the seminar model, the students have a written assignment of  $2400 \pm 600$  words. They receive information on bibliography, layout, resources on internet, etc. Before final submission, they write a draft and get one-hour individual supervision on both scientific content and language. In the exam model, students have a mandatory written assignment of 600-800 words, graded Pass/Fail, no feedback, and a written exam. About 75% of the BPB students choose the seminar model.

**3<sup>rd</sup> semester:** BIO102 (Organismal biology 2) starts with a field course right before summer and one immediately after summer. After the field courses, students write a report in large groups (10 students per group). The students get some information and instructions on the formatting of the report. Students get feedback from assistants on both writing and content in the report.

**4<sup>th</sup> semester:** Both BIO103 (Cell Biology and Genetics) and BIO104 (Comparative Physiology) have three written lab reports which count for 10% of the final grade. BIO104 has three exams, all with some short- or essay-style written answers.

**Writing in 200-level courses (year 3):** BIO offer 34 200-level courses in total. All but four include some writing: 22 courses include a report that is graded or has to be approved, and 8 courses include written assignments or term papers. We have limited information about feedback in these courses; however, assignments are mainly used as summative assessment and graded or approved with little or no feedback on writing.

Some courses use writing extensively, e.g. BIO298 'Vocational Training in Biology' (*Yrkespraksis i biologi*). Here, the final report is a [blog](#) based on students' experiences during work placements. This represents a different writing experience than students are normally exposed to, in a format of increasing importance for science communication. BIO299 'Research Project in Biology' includes a comprehensive written report of a one-semester research project, graded Pass/Fail. Each project and its ensuing report develops as an interaction between a student and an individual advisor.

Writing can be found in 200-level courses in all sub-disciplines of the biology bachelor's degree. In all aquaculture- or nutrition-related courses, students are required to hand in assignments, term papers, essays, or reports, which all count towards the final grade. Feedback is given both on contents and style of writing. Students specializing in marine biology are required to write essays and seminar reports. Fish health students also have some writing in addition to the aquaculture/nutrition courses discussed above. Students in fisheries biology and management are required to hand in a report from a scientific cruise. Students in biodiversity, evolution and ecology see writing in several courses, including essay style, short assignments, reviews, reflections and lab reports. Students in microbiology

are required to hand in an essay based on practical (lab) work and a short series of lectures. One course specifies in its ILO “training in written presentation of research results”. Further, microbiology students are required to “present microbial experiments in writing and orally”. Students in developmental biology and physiology are required to hand in essays and lab journals which count towards the final grade. Students in environmental toxicology are required to write a project report and a midterm test which constitutes 3 ECTS of the total work load.

#### 4 DISCUSSION

Our survey revealed that students do not write much in their first two years (EXPHIL-MNSEM being an exception). More advanced and smaller courses incorporate writing in many forms. In addition to traditional multi-hour final exams, graded assignments include shorter or longer essays, reports, term papers, take-home exams, and even blogs. Most written assignments are summative rather than formative, and there is relative little actual training in writing skills. Generally, our survey shows clearly that few of our courses give any feedback on these writing activities to students, and if they do, it is usually only regarding scientific content. All writing promotes learning, but we need a coordinated strategy to ensure our graduates possess some minimum level of writing ability.

Writing in university science programs is often "sink or swim", rather than being an expressed learning outcome, and our institute is no exception. We found little or no mention of writing skills in the intended learning outcomes for degree program or in those for individual courses.

We think our graduates can be expected to be proficient in three forms of writing: essays and blogs; writing laboratory and field notes; and reports and exams. They should be able to adapt their writing style to the given format and its audience, and they should be able to write clearly and directly. Writing effectively requires mastery of fundamental writing skills as well as more discipline-specific knowledge about writing. In addition, we should aim to help students develop a reflective, self-critical attitude towards writing (Brown & al. 2014), a way of ‘standing back’ and reading one’s own writing as the audience will read it. Based on the results of this survey and on our own experiences, we suggest below an institute-wide strategy for strengthening fundamental writing skills.

##### 4.1 General plan to increase quality and quantity of writing

First and foremost, we recommend that transferrable writing skills should be a part of the programme learning outcomes and learning outcomes for specific courses, where appropriate. Currently, bioCEED is planning a web platform (bioWRITE) to collect advice and resources, and to organize and align writing activities. We believe this is an excellent idea and encourage faculties to add their courses and ideas in here. In addition, we suggest assigning different 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> year courses responsibility for improving certain basic writing skills. These skills might be divided between the two years as follows:

*2nd year:* IMRAD<sup>1</sup>, general system (each part); what constitutes plagiarism; writing in a scientific voice, for reports and essays; active vs passive writing.

*3rd year:* IMRAD, more on form of introduction, on form of discussion, separating results from discussion, flow; citation practice and formatting references; writing better sentences; writing better paragraphs; improving word choice, writing for general public.

Other suggestions to improve student writing includes:

- Identify specific courses in which students can learn certain forms of writing (e.g. essays, reports, blogging), and see that these courses fulfil program learning outcomes.
- Identify specific courses in which students can learn chosen aspects of good writing, using bioWRITE as a platform.
- Acquire resources for effective teaching of writing, including resources relevant for developing the quality of writing assignments.
- Train instructors to provide feedback on writing and how to help develop specific student writing skills (see Linton et al. 2014).

---

<sup>1</sup> An acronym for the norm for organizing a scientific paper: Introduction, Methods, Results and Discussion.

- Select, modify, or develop a short guide to good writing practices to help with giving feedback and integrate it into bioWRITE.
- UiB has an excellent learning platform (Canvas) where submitting, uploading, commenting, and peer-review is easy to do, but teachers still need instruction to make full use of the functionality.
- Suggest that more courses use portfolio assessment (see Dysthe and Engelsen 2003), and integrate writing with assessment into the assignments.
- Ensure assessment is criteria-based. The criteria must be known to and discussed with the students in advance.

Finally, we would point out that not all writing needs to be formally (or even informally) assessed, and that writing can be a useful exercise whether or not there is constructive feedback. Elbow (1994) points out that educators use student writing in two ways, for two very different purposes: for assessment, so-called *high-stakes writing*; and as a learning activity, *low-stakes writing*. We are all familiar with high-stakes writing: essays, written exams, take-home exams, textual term projects. These are graded, and tell us something about how much students have learned. High-stakes writing is usually turned in at or near the end of the course, and usually does not involve feedback other than a grade. Low-stakes writing is generally ungraded or counts little, as the activity is not meant to be summative, but rather to engage students in the material at hand. Elbow (op. cit.) lists examples such as journal writing, “think pieces, and small written exercises during class. We suggest urging our colleagues to incorporate more low-stakes writing in our courses.

## REFERENCES

- Bangert-Drowns, R.L., Hurley, M.M. and Wilkinson, B., 2004. The effect of school-based writing-to-learn interventions on academic achievement: a meta-analysis. *Review of educational research* 74: 29-58.
- Brown, P.C., Roediger III, H.L. and McDaneil, M.A., 2014. Make it stick, The Science of Successful Learning. Belknap Press. 313 pp.
- Deslauriers, L., Schelew, E., and Wieman, C. 2011. Improved learning in a large-enrollment physics class. *Science* 332: 862-864.
- Dysthe, O. and Engelsen, K.S., 2003. Mapper som pedagogisk redskap - Perspektiver og erfaringer. Abstract forlag. 341 pp.
- Elbow, P. 1994. Writing for learning - not just for demonstrating learning. University of Massachusetts, Amherst. National Teaching and Learning Forum. [www.oberlin.edu/ctie/Elbow-Learning.pdf](http://www.oberlin.edu/ctie/Elbow-Learning.pdf)
- Hoskinson, A.-M., Barger, N.N., and Martin, A.P., 2014. Keys to a Successful Student-Centered Classroom: Three Recommendations. *Bulletin of the Ecological Society of America* 95: 281-292.
- Linton, D.L., Pangle, W.M., Wyatt, K.H., Powell, K.N. and Sherwood, R.E., 2014. Identifying Key Features of Effective Active Learning: The Effects of Writing and Peer Discussion. *Cbe-Life Sciences Education* 13: 469-477.
- Mynlieff, M., Manogaran, A.L., Maurice, M. St. and Eddinger, T. J., 2014. Writing Assignments with a Metacognitive Component Enhance Learning in a Large Introductory Biology Course. *CBE—Life Sciences Education* 13: 311–321.
- Quitadamo, I. J. and Kurtz, M. J., 2007. Learning to Improve: Using Writing to Increase Critical Thinking Performance in General Education Biology. *CBE—Life Sciences Education* 6: 140–154.
- Reed, I., Pearlman, S.J., Millard, C. and David Carillo, D. 2014. Peer assessment of writing and critical thinking in STEM: insights into student and faculty perceptions and practices. *Double Helix* 2: 1 - 12.
- Rienecker, L. 2007. Skrivning og kunnskapsbygging i høyere utdanning – hva vet vi, hva trenger vi å vite? In Matre, S. og Hoel, T. L. (Eds.): Skrive for nåtid og framtid II. Skrivning og rettleiing i høgre utdanning. Tapir akademisk forlag, Trondheim.
- Ryssevik J., Høgestøl A., Dahle M., and Holthe I.C., 2011. Kompetanse 2020 - Universitetsutdanningenes synlighet og relevans og samfunnets behov. IDEAS2EVIDENCE [Rapport 4 / 2011](#).



# On Competition-driven Teaching of Multidisciplinary Engineering Education: Implementation cases at University of Stavanger

H.G. Lemu,

*Faculty of Science and Technology, University of Stavanger  
N-4036 Stavanger (E-mail: Hirpa.g.lemu@uis.no)*

**ABSTRACT:** This paper will reflect the experience gained on problem-based learning (PBL) projects implemented in the last five years at University of Stavanger (UiS). The PBL projects were implemented by establishing two "self-driven" student organizations, ION Racing and UiS Subsea, that design and construct Formula 1 style single seat race car and underwater robot respectively. The student organizations simulate an engineering company that receives order from a client and deliver the product according to the customer specifications. The fundamental objective of the projects is to stimulate the learning process in the engineering profession in a multidisciplinary environment, gain knowledge within science and engineering, and develop skills in use of advanced tools and techniques. The paper highlights the student competition environment briefly and presents the result of a survey conducted on students currently participating in the PBL project. The survey result clearly indicates that the students' preference for learning is on project work in a team and hands-on exercises including laboratory works.

**Keywords:** Problem-based learning, competition-driven learning, Formula student, Remotely operated vehicle.

## 1 INTRODUCTION

Many higher education institutions use different teaching-learning methods and hence there exists no standard method that fits for all. In general, the classical teaching/learning methods are classified as deductive and inductive. While the former derives theories and applications based on the basics such as particular observations or measurement data, the latter is considered to be a discovery style. Problem-based learning (PBL) is an inductive learning method and considered to be the "best" method for engineering students [1]. For any person who is concerned to know about the impact of specific teaching for the students and the society at large, there may exist a number of questions that remain without clear and concise answer. Among those, the following two questions are considered to be the forefront:

- 1) What is the best teaching method that can make the learning outcome as effective as possible?
- 2) What is the content, depth and breadth of the teaching material of a specific course that significantly contribute to the dynamism in the society?

In this paper, the author would like to reflect on experiences gained on a PBL approach implemented in the last five years at University of Stavanger (UiS). The focus is not only the fact that it is about PBL method, which is quite common in today's university teaching-learning environment and reported in several scientific publications [1 - 3], but also it is competition-driven and multidisciplinary.

The article is organized as follows. Section 2 provides some backgrounds of the implementation of a PBL project and highlights the important objectives for initiating the project for engineering students at UiS. Then, some of the measurable results are presented in Section 3. In order to assess student feedback on the implementation challenges and achieved results, a survey was conducted where students actively participating in the ION Racing team responded to a questionnaire. Section 4 of the article discusses the result of the survey. Finally, the conclusions drawn from the analysis are briefly presented in Section 5.

## 2 BACKGROUNDS AND OBJECTIVES OF THE PBL PROJECT AT UIS

To implement the PBL project, two "self-driven" student organizations, namely, ION Racing and UiS Subsea, are established in 2011 and 2013 respectively. The student organizations are self-driven or student-driven because they manage all activities of the organization and simulate an engineering organization that delivers products according to the design specification of the client. For instance, ION Racing is a student team that recruits students from diverse disciplines and academic levels to design and build a single-seat racecar whose design specifications are defined by Institute of Mechanical Engineers (IMEchE) [4]. In this case, IMechE acts as a client and the racecar is the product delivered when the students participate in the international student competition called Formula Student organized annually at Silverstone, London. Nowadays, there are many similar engineering student competitions around the world, while the competition at Silverstone, where the prestigious Formula 1 competition takes place, is the most famous and attracts students from more than 40 countries each year.

In a similar manner, UiS Subsea recruits those students interested in marine and subsea related technology. The UiS Subsea organization simulates an engineering company that produces underwater robots or commonly called remotely operated vehicles (ROV) in accordance with the mission specifications of Marine Advanced Technology Education (MATE) center in USA. MATE arranges the competitions to stimulate the learning process of marine technology education that covers the application of science and engineering knowledge and other advanced tools and techniques to the understanding and use of the marine environment [5]. Every year, MATE selects different competition missions and locations so that the designed and constructed ROV can perform the specified tasks. In the last three competitions that UiS Subsea participated, the specified missions were the following.

- 2014 (Michigan, USA), Exploring the Great Lakes: *Shipwrecks, Sinkholes, and Conservation in the Thunder Bay National Marine Sanctuary*
- 2015 (St. John's, Canada), ROVs in Extreme Environments: *Science and industry in the Arctic*.
- 2016 (NASA's Neutral Buoyancy Lab in Houston, Texas, USA), From the Gulf of Mexico to Jupiter's Moon Europa: *ROV encounters in inner and outer space*.

In line with the competition philosophy of IMechE and MATE, both project teams at UiS establish a platform that lets students learn science, technology, engineering and mathematics (commonly referred to as STEM) at their own initiative and get prepared for an engineering career.

### 2.1 Common Features of the Teams

While implementing the project, both student organizations have many features in common including the following

- *Multidisciplinary*: involve students from Mechanical Engineering, Electronics or Electrical Engineering, Computer Science, Engineering Management, etc.
- *Integrated into the curriculum*: student conduct semester projects, bachelor projects and master theses on parts of the racecar and the ROV.
- *Learning by practice* – students in the teams get access to the workshops and mechanical/material labs to get hands-on skills

### 2.2 Defined Parameters for Sustainability and Goals

Before starting the PBL project at UiS, the important parameters that contribute to the sustainability of the project and the potential benefits to the teaching – learning process were assessed. The critical parameters were identified to be 1) student motivation and 2) availability of funding. As student participation is purely voluntary, maintaining the motivation using some factors is important. Some may participate merely out of personal interest, while others may need other motivation factors. As a result, some of the student activities in the teams are made to be integrated into the curriculum activities such as semester projects, BSc and MSc theses, so that the students can produce study points (credits).

Conducting the project with about 50 students per year in each team is an expensive business. Therefore, funding issue is considered as one of the decisive parameters for sustainability of the project. The funding is mainly provided by companies in the region in the form of sponsorship and

other forms of support both in kind and services. For instance, only in 2015, about 40 companies were registered in the list sponsors for ION Racing team. The university (UiS) has also been generous to support the activity of the students in both cash, work areas and materials.

Among many others, the following are the stated goals for the project

- Get hands-on skills, use achieved knowledge and further develop to solve engineering problems.
- Learn a good design process - from product idea generation to final product realization.
- Understand how mechanical components function in a mechanical system.
- Learn the influence of design choices on performance of a mechanical system.
- Stimulate innovation and creative thinking.
- Stimulate student recruitment to engineering education at UiS.
- Stimulate and strengthen industry - university cooperation through sponsorship agreements.
- Stimulate competition driven learning.
- Develop experience in teamwork and project execution.

### 2.3 Competition criteria

The main goals of IMechE and MATE to organize the student competitions is to challenge the creativity, engineering imagination and knowledge of the students. In other words, the focus is not on the object (race car or ROV) they produce, but the process they go through, the challenge they face and the knowledge they gain that is the most important. In the case of the race car, for instance, different parameters are used to judge each car with other competitors. As shown in Fig. 1, the race car is judged in terms of two general events: static event and dynamic event. The three competition parameters in the static event are engineering design, business presentation, and cost and sustainability issues. Creativity, imagination and efforts of the students is judged in the engineering design evaluation session. This session includes convincing the judges on the decisions taken on selection of materials, component form and size and production method. Upon presenting their product in the business presentation session, the students demonstrate their ability to market their products.

The major mission for the racecar is completing the endurance event, which challenges the car to finish a 22 km long drive track with one time driver shift. One goal of this event is to test the reliability of the students' design work since no repair is allowed during the event. The second goal is to check the fuel efficiency of the car because no refueling or recharging is permitted until the end of the event. The competition parameters of the racecar, in general, do not vary from year to year, but IMechE changes some of the competition regulations from time to time. The MATE competition, on the other hand, challenges students with new missions every year.

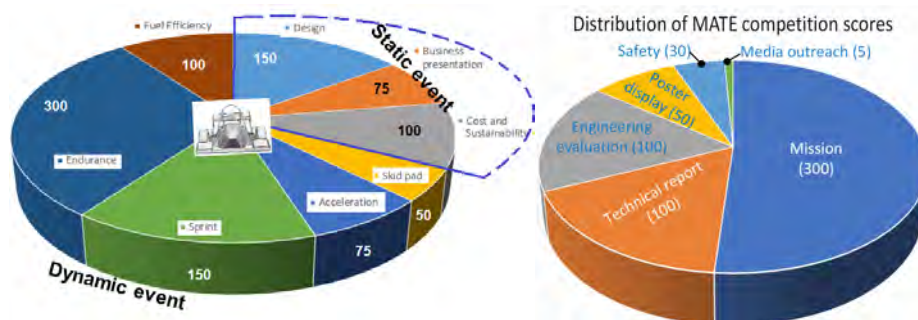


Fig. 1. Competition parameters and achievable max. scores (a) Formula student (b) MATE competitions

### 3 PROJECT RESULTS

Until this year, UiS students have participated in five competitions of the racecar and three competitions of the ROV. The students design and build the vehicles mainly on voluntary basis, and in some cases students produce study points (credits) through semester projects and bachelor/master theses. So far, 84 bachelor and 3 master theses have been written on the car, and the ROV has produced 49 bachelor theses (Table 2). According to the MATE competition regulations, only undergraduate students are allowed to participate. This is the main reason that no MSc thesis has been written as part of the ROV project. Within the same period, the ION Racing team has produced 5

racecars (2 petrol driven and 3 electrical), while UiS Subsea produced 3 ROVs. It means that students participate each year with new product and hence the project keeps them busy throughout the whole academic year (September – June). In addition to the physical production of the racecar and/or the ROV, some efforts are done to let students present their work on international conferences [6, 7]. The most important result, which is unmeasurable, is however, the knowledge and skill the students gain in a multidisciplinary learning environment.

Table 1. List of BSc and MSc theses written based on ION the race car and the ROV projects (2012 – 2016)

Discipline	Bachelor thesis		Master thesis		Total	
	Race car	ROV	Race car	ROV	Race car	ROV
Mechanical Engineering	60	19	3	-	63	19
Electrical Engineering	19	25	-	-	19	25
Computer Science	5	5	-	-	5	5
Subtotal	84	49	3	-	87	49
Total	133		3		136	

#### 4 ARE THE STATED GOALS ACHIEVED? – REFLECTIONS FROM STUDENTS

To assess whether some of the objectives are achieved or not, questionnaires were prepared and distributed to students that are active members of ION Racing team in this academic year. In total 32 students responded to the questionnaire, and the composition of the students is shown in Table 2.

Table 2. Composition of team members in the survey

Field of study	Gender		Academic level (year)				Total
	Male	Female	1 <sup>st</sup> year	2 <sup>nd</sup> year	3 <sup>rd</sup> year	MSc	
Mechanical Engineering	10	6	2	3	10	1	16
Electrical Engineering	9		2	1	5	1	9
Computer Science	3	2	0	3	2		5
Others	2*		2				2
Total	24	8	6	7	17	2	32

\* Petroleum Engineering (1) and Preparatory year (1)

As the table shows, the team (the project) involves students from diverse disciplines and hence is multidisciplinary. Students from all levels of study, including master students are also participating. From the total team members that responded to the survey, one-third are female. In the following sections, some of the stated goals are analysed based on the students' feedbacks.

##### 4.1 Student recruitment

Figure 2 depicts result of the two question put forward to assess if some of the stated goals are achieved and to understand if running this and similar projects have any benefit in terms of the teaching-learning process including student recruitment. As shown, the number of team members who had pre-information about the formula Student project at UiS is larger than those who did not. It also indicates that the project has influenced their choice to join UiS.

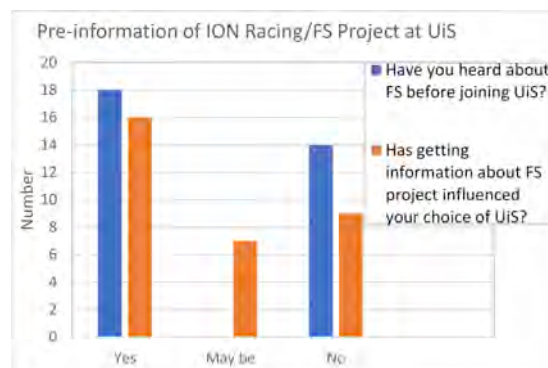


Fig. 2. Influence of pre-information about PBL projects on student choice

## 4.2 Motivation and impact for students

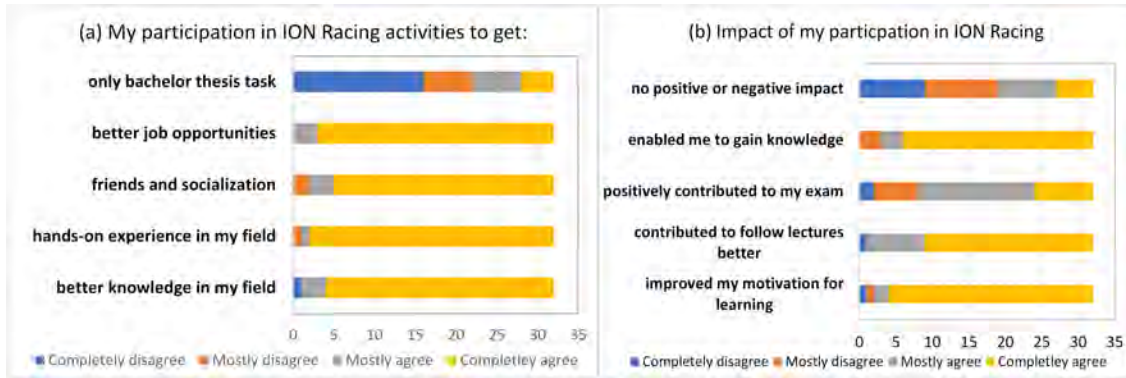


Fig. 3. (a) Motivation and (b) impacts for student participation in ION Racing

The conducted survey (Fig. 3) indicates that the main motivation for the students is to get hands-on skills. Further, getting better prepared for future career opportunities and being in a social environment are additional reasons. The assessment also shows that the project has given them more motivation for learning.

## 4.3 Impacts of project-based courses on student performance

Though, in our experience, PBL approach is demanding for both students and teachers, it is a learning approach that simulates the real world problem and allows students to use their imagination to innovate, explore, analyse, synthesize and interpret the problem in hand. Without any doubt, it enables them to better understand their study and effectively achieve targeted learning outcomes. The question from the outset is if students see this as a benefit. To get some indications on this issue, two questions were asked in the survey whose results are given by bar plots in Fig. 4 (a) and (b). As depicted, project work in a team and hands-on exercises including laboratory activities are the most favoured choices followed by the classical lecturing. Individual exercises are also relatively preferred as 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> choices while group exercises are the least favoured in terms of learning effect. Figure 4(b) compares the students' performance in terms of average grades and understanding of the subject matter for a project-based course against a course without project works. The assessment clearly shows that the students have higher average grades and better understanding in a project-based course.

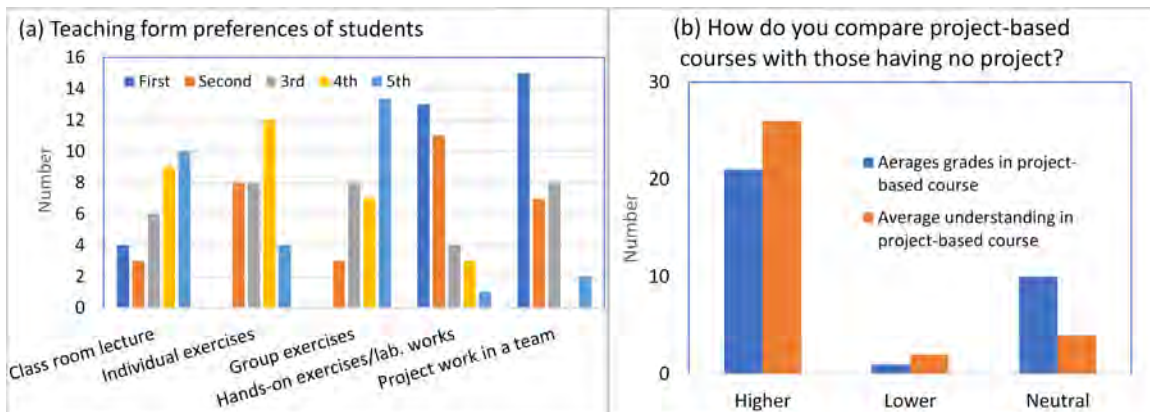


Fig. 4. Role of PBL (a) preference of teaching form and (b) comparison with no-project course

## 5 CONCLUSION

In summary, the two student organizations at UiS have contributed significantly to a positive learning-teaching environment and many similar PBL projects are initiated due to the positive impacts observed. The teams have created a close contact between the university and the industry and promoted the university both at national and international level. The reported student survey shows also that project-based learning is the most favored teaching method for the students learning outcome.

## ACKNOWLEDGEMENT

The contribution of all students in both teams is highly appreciated. The author would like particularly thank those students who participated in the student survey conducted for this study.

## REFERENCES

- [1]. Felder, R.M., Silverman, L.K. (1988), Learning and teaching style in engineering education, *Engineering Education*, Vol. 78, No. 7, pp. 674–681.
- [2]. Allen, D.E., Donham, R.S. Bernhardt, S.A. (2011), Problem-Based Learning, *New directions for teaching and learning*, No. 128, Wiley Periodicals, Inc. Wiley Online Library, DOI: 10.1002/tl.465.
- [3]. Hmelo-Silver, C.E. (2004), Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, Vol. 16, No. 3, pp. 235 - 266. doi:10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3.
- [4]. IMechE home page: <http://www.imeche.org/> (Last visited: 2017.01.28).
- [5]. MATE home page: <http://www.marinetech.org/> (Last visited: 2017.01.28).
- [6]. Olsen, E.V., Lemu, H.G. (2016), Mechanical testing of composite materials for monocoque design in Formula Student car, *International Journal of Materials and Metallurgical Engineering*, Vol. 3 No.1, 2016.
- [7]. Øygarden, B. Brusset, M., Lemu, H.G. (2016), Multibody Dynamics Simulation of ROV Manipulator Designed for Student Competition. In: *Advanced Manufacturing and Automation VI*. Atlantis Press, Pp. 225 – 232.

# Det nasjonale kvalifikasjonsrammeverket og utdanningsutvikling

Knut Mørken<sup>1</sup>, Ragnhild Kobro Runde<sup>2</sup> og Tone Skramstad<sup>3</sup>  
*Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, Universitetet i Oslo*

**ABSTRACT:** Ved systematisk arbeid med utdanning melder det seg etter hvert et behov for en felles forståelse av innholdet. Dette er for eksempel tilfellet når flere faglærere skal bidra til undervisningen i et emne eller når flere emner til sammen skal utgjøre en helhet slik som et studieprogram. Dette gjenspeiles også i litteraturen. Læringsmål eller læringsutbyttebeskrivelser (lub-er) går stadig igjen som utgangspunkt for planlegging av utdanning, og grunntanken i «Constructive alignment» er at både undervisning og vurdering skal spille opp mot det ønskede læringsutbyttet i emnet eller programmet [1]. Ikke minst er organene som skal vurdere kvaliteten på utdanningene opptatt av at beskrivelsene av læringsutbyttet er i tråd med de etablerte standardene.

Disse etablerte standardene er i Norge definert gjennom Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk (NKR) [2]. For utdanning på universitetsnivå gir rammeverket felles normer til læringsutbyttet på bachelor-, master- og ph.d.-nivå på tvers av ulike fag. Kravene er formulert i form av 13 punkter i kategoriene «kunnskap», «ferdigheter» og «generell kompetanse».

Ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet (MN) har vi hatt en lang prosess for å arbeide med våre læringsutbyttebeskrivelser på programnivå ved å stille spørsmålet «Hva skal en ... være?» der «...» erstattes etter behov med «matematiker», «fysiker», «bioviter» osv. I dette arbeidet har ikke Kvalifikasjonsrammeverket i sin nåværende form stimulert til kreativitet eller til å finne svarene på spørsmålene. De 13 punktene blir for spesifikke og er for omfattende til at det er mulig å danne seg et enkelt bilde av hvilke kvalifikasjoner NKR faktisk beskriver.

I foredraget vil vi presentere en lokal variant av NKR som består av fem overordnede kompetansekrav for henholdsvis studienivåene bachelor, master og ph.d. Denne har vært nyttig for en intern vurdering av læringsutbyttebeskrivelsene, og ikke minst for å få en bedre forståelse for forholdet mellom de tre studienivåene.

**Nøkkelord:** Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk, kunnskapshierarki, læringsutbyttebeskrivelser, utdanningsutvikling.

## 1 KUNNSKAP ER HIERARKISK

Vi må alle til enhver tid forholde oss til et enormt volum av ulike former av informasjon, og en grunnleggende menneskelig egenskap er å søke struktur og sammenheng i denne informasjonen. En fundamental nøkkel vi gjør bruk av er abstraksjon. Vi finner fellestrekk ved ulike «informasjonsbiter» og gir slike informasjonsgrupper passende samlenavn. På denne måten kan vi økonomisere og behandle store informasjonsmengder på en effektiv måte. Etter behov kan vi så finne fellestrekk også mellom informasjonsgrupper og lage grupper av informasjonsgrupper. På denne måten etableres det informasjonshierarkier, og en sentral del av utdanning dreier seg om å hjelpe studentene til å etablere sine subjektive versjoner av slike hierarkier i form av personlige kunnskapshierarkier. Slike hierarkier er sentrale i all kunnskap. I matematikk finner vi blant annet hierarkiene i form av abstraksjoner som omfatter stadig mer generelle situasjoner, mens de i informatikk for eksempel gjenfinnes i klassehierarkier i objektorientert programmering. Et tredje eksempel på slike hierarkier brukes ofte i forbindelse med undervisning og læring, for eksempel Blooms taksonomi eller solotaksonomien, for å strukturere ulike typer av forståelse, se [1].

---

<sup>1</sup> knut.morken@math.uio.no

<sup>2</sup> ragnhild.runde@ifi.uio.no

<sup>3</sup> tone.skramstad@mn.uio.no

## 1.1 Innholdet i et studieprogram

Studentene i et studieprogram skal tilegne seg en enorm mengde informasjon som skal bli til deres personlige kunnskap og kompetanse. En sentral del av det å gi god utdanning er å hjelpe studentene i denne prosessen. Ved å bli presentert for den hierarkiske strukturen i faget, sett i lys av studentenes forkunnskaper, blir det lettere for studentene å bygge sitt personlige kunnskapshierarki. Felles bevissthet om den hierarkiske oppbygningen av faget er også viktig for faglærerne som er involvert i et program, slik at ulike emner kan kobles sammen og gjensidig belyse hverandre og derved lette læringen for studentene.

## 2 HVA ER ET EGNET HIERARKI FOR Å BESKRIVE INNHOLDET I ET STUDIEPROGRAM?

I lys av refleksjonene over melder det seg noen naturlige spørsmål: Hvordan skal informasjons-hierarkiet som et program dekkes presenteres? Mer presist - hvor mange og hvilke nivåer i hierarkiet skal presenteres, og hvordan skal de beskrives? Svaret avhenger åpenbart av hvordan beskrivelsen skal brukes. En av utfordringene med en læringsutbyttebeskrivelse for et program er at den har flere funksjoner. Den skal kommunisere innholdet i programmet til potensielle studenter, til studentene i programmet og til potensielle arbeidsgivere. I praksis formes innholdet i programmet av en samling emner, og læringsutbyttebeskrivelsen er helheten som emnene skal bygge opp under.

En annen sentral bruk av læringsutbyttebeskrivelsen er til kollegial utvikling av programmet. Dette innebærer utvikling av innhold, lærings- og vurderingsformer i de individuelle emnene, men også utvikling av samspillet mellom de ulike emnene slik at de kan virke sammen og forsterke læringsutbyttet utover det som ligger i hvert emne. Med andre ord er det en stor fordel om læringsutbyttebeskrivelsen på en enkel måte kan formidle helheten i programmet.

En måte å løse dette på er å legge beskrivelsen av læringsutbyttet på et nivå i hierarkiet som kan formidles med relativt få dimensjoner eller punkter. På intuitivt grunnlag har vi ved MN valgt fem til syv punkter, noe som underbygges av den klassiske artikkelen [3]. Dette gjør det lett, også for dem som ikke kjenner beskrivelsen så godt, å raskt få oversikt over det overordnede innholdet i programmet.

I en del sammenhenger er det behov for mer detaljert kunnskap om læringsutbyttet. Dette kan ivaretas ved at hovedpunktene konkretiseres i et passende antall underpunkter. På denne måten synliggjøres også den hierarkiske strukturen.

## 3 VÅR LOKALE VARIANT AV NASJONALT KVALIFIKASJONS RAMMEVERK (NKR)

NKR er basert på det europeiske kvalifikasjonsrammeverket, se [3]. For høyere utdanning inneholder beskrivelsen kompetansen som skal oppnås i bachelor-, master- og ph.d.-utdanning i form av felles læringsutbyttebeskrivelser for alle fagområder. På hvert utdanningsnivå deles kompetansen inn i «kunnskap», «ferdigheter» og «generell kompetanse» med henholdsvis 4, 4 og 5 underpunkter.

### 3.1 NKR og utdanningsutvikling

Vår erfaring er at NKR egner seg dårlig som inspirasjon til utdanningsutvikling. Inndelingen i de tre overordnede kompetanseområdene oppleves rigid og kunstig, og de 13 underpunktene er for mange til at en enkelt kan danne seg et helhetlig bilde av den totale kompetansen som beskrives. NKR rammes dermed relativt hardt av en iboende svakhet ved enhver strukturering av informasjon: Det er lett å miste av syne helhet og sammenheng mellom de ulike delene. Når et lavt nivå i hierarkiet betraktes isolert, blir de ulike delene lett frakoblet, men de kobles sammen ved å grupperes sammen på et høyere nivå. Men når det høyere nivået blir *for* overordnet eller ikke virker rimelig, glipper denne sammenhengen. Denne erfaringen samsvarer for øvrig godt med det ene avsnittet i sammendraget i [4].

Dette blir særlig tydelig når NKR skal konkretiseres til et fagområde. Et sentralt begrep i matematikk er integralet. Dette er en viktig konstruksjon som studentene bør forstå både teoretisk og intuitivt ved at de kjenner til definisjonen og egenskaper ved integralet. Samtidig har integralet også mange praktiske anvendelser, og studentene bør lære seg å beregne integraler både med papir og blyant og på datamaskin. Endelig har integralet en del egenskaper som naturlig kan generaliseres også til ikke-matematiske sammenhenger. For en faglærer med slike perspektiver virker det da litt håpløst å bli



tvunget til å dele læringsutbyttebeskrivelsen for integrasjon inn i de tre kunnskapsområdene istedenfor å beskrive denne kunnskapen samlet.

Merk at vi likevel har valgt å opprettholde tredelingen i vår lokale variant av NKR siden dette er et krav fra NOKUT<sup>4</sup> til læringsutbyttebeskrivelser.

### 3.2 Struktur og progresjon i MN-fakultetets variant av NKR

På bakgrunn av det vurderingene over har vi laget en lokal variant av NKR (se avsnitt 4) basert på malen som er skissert over. I denne har vi beholdt de 13 underpunktene på det nederste nivået, men fordelt disse mellom fem overordnede punkter med henholdsvis fire, fire, to, to og ett punkt under hvert hovedpunkt. På denne måten kobles de 13 punktene sammen i overordnede punkter som gir mening i vår lokale sammenheng. De fem punktene kan kort beskrives som:

1. Utvikling av forskertilnærming til kunnskap gjennom arbeid med et spesifikt fagområde.
2. Utvikling av verktøy- og metodeferdigheter som er relevante i forskning og arbeidsliv.
3. Utvikling av bevissthet om fagets muligheter og begrensninger.
4. Utvikling av relevante formidlings- og kommunikasjonsferdigheter.
5. Utvikling av kritisk tenkning og kompetanse til å lede tverrfaglige prosjekter.

Ordet «utvikling» antyder her progresjonen i kunnskapen fra bachelor via master til ph.d. Grunntanken ved vårt fakultet er at:

- En bachelorutdanning er en grunnutdanning der studenten skal lære ved å bli eksponert for en utforskende tilnærming til fagkunnskap
- På masternivå skal studenten få praktisk erfaring som forsker
- En ph.d.-utdanning skal gi mer systematisk trening i forskning.

For det første hovedpunktet i vår lokale variant av NKR er dette gjenspeilet i progresjonen:

- B.** Har faglig tyngde og intuisjon basert på en forskerorientert tilnærming til fagkunnskap
- M.** Kan bidra med avansert kunnskapsutvikling innen sitt spesialområde og dets anvendelser
- P.** Er i kunnskapsfronten innen sitt fagområde og kan bidra til videre utvikling av faget

Progresjonen for de andre punktene har vi konkretisert på lignende måte.

### 3.3 Erfaringer og refleksjoner

En grunntanke i kritisk tenkning og forskning er at nytenkning og kreativitet drives av spørsmål heller enn svar. Utgangspunktet for fornyelse av utdanningene ved MN har vært spørsmålet «Hva skal en ... være?», motivert fra ambisjonen om at våre kandidater skal lykkes faglig og profesjonelt. I en slik prosess oppleves NKR lett som en slags fasit som hemmer kreativiteten, som fasiter ofte gjør.

Vi har hatt lange prosesser på ulike nivåer rundt «Hva skal en ... være?» som etter hvert har ledet til en felles forståelse av hva hvert program skal inneholde i form av fem-syv overordnede punkter, eventuelt med underpunkter. NKR har da i ettertid vært en god indikasjon på at vi ikke har oversett grunnleggende deler av den overordnede fagkunnskapen. En slik sammenligning har naturlig nok vært enklere med en versjon av NKR tilpasset vårt lokale format for læringsutbyttebeskrivelser.

## 4 MNS LOKALE VARIANT AV NKR

### 4.1 Bachelorprogrammene ved MN-fakultetet

#### 4.1.1 Kunnskap

*En kandidat med bachelorgrad fra MN ...*

- har faglig tyngde og intuisjon basert på en forskerorientert tilnærming til fagkunnskap
  - har bred kunnskap om sentrale temaer, teorier, problemstillinger, prosesser, verktøy og metoder innenfor fagområdet (K1)
  - kjenner til forsknings- og utviklingsarbeid innenfor fagområdet (K2)
  - kan oppdatere sin kunnskap innenfor fagområdet (K3)
  - har kunnskap om fagområdets historie, tradisjoner, egenart og plass i samfunnet (K4)

---

<sup>4</sup> Norsk organ for kvalitet i utdanningen.

#### **4.1.2 Ferdigheter**

*En kandidat med bachelorgrad fra MN ...*

- behersker sentrale verktøy og metoder fra forskning og arbeidsliv
  - kan anvende faglig kunnskap og relevante resultater fra forsknings- og utviklingsarbeid på praktiske og teoretiske problemstillinger og treffe begrunnede valg (F1)
  - kan reflektere over egen faglig utøvelse og justere denne under veiledning (F2)
  - kan finne, vurdere og henvide til informasjon og fagstoff og framstille dette slik at det belyser en problemstilling (F3)
  - kan beherske relevante faglige verktøy, teknikker og uttrykksformer (F4)

#### **4.1.3 Generell kompetanse**

*En kandidat med bachelorgrad fra MN ...*

- kjenner til fagets utvikling, muligheter og begrensning: faglig, etisk og samfunnsmessig
  - har innsikt i relevante fag- og yrkesetiske problemstillinger (G1)
  - kjenner til nytenkning og innovasjonsprosesser (G5)
- kan formidle og kommunisere faget til ulike målgrupper
  - kan formidle sentralt fagstoff som teorier, problemstillinger og løsninger både skriftlig, muntlig og gjennom andre relevante uttrykksformer (G3)
  - kan utveksle synspunkter og erfaringer med andre med bakgrunn innenfor fagområdet og gjennom dette bidra til utvikling av god praksis (G4)
- kan planlegge og gjennomføre varierte arbeidsoppgaver og prosjekter som strekker seg over tid, alene og som deltaker i en gruppe, og i tråd med etiske krav og retningslinjer (G2)

### **4.2 Masterprogrammene ved MN-fakultetet**

#### **4.2.1 Kunnskap**

*En kandidat med mastergrad fra MN ...*

- kan bidra med avansert kunnskapsutvikling innen sitt spesialområde og dets anvendelser
  - har avansert kunnskap innenfor fagområdet og spesialisert innsikt i et avgrenset område (K1)
  - har inngående kunnskap om fagområdets vitenskapelige eller kunstfaglige teori og metoder (K2)
  - kan anvende kunnskap på nye områder innenfor fagområdet (K3)
  - kan analysere faglige problemstillinger med utgangspunkt i fagområdets historie, tradisjoner, egenart og plass i samfunnet (K4)

#### **4.2.2 Ferdigheter**

*En kandidat med mastergrad fra MN ...*

- kan treffe kritiske og reflekterte valg blant sentrale metoder og verktøy fra forskning og arbeidsliv
  - kan analysere eksisterende teorier, metoder og fortolkninger innenfor fagområdet og arbeide selvstendig med praktisk og teoretisk problemløsning (F1)
  - kan bruke relevante metoder for forskning og faglig og/eller kunstnerisk utviklingsarbeid på en selvstendig måte (F2)
  - kan analysere og forholde seg kritisk til ulike informasjonskilder og anvende disse til å strukturere og formulere faglige resonnementer (F3)
  - kan gjennomføre et selvstendig, avgrenset forsknings- eller utviklingsprosjekt under veiledning og i tråd med gjeldende forskningsetiske normer (F4)

#### **4.2.3 Generell kompetanse**

*En kandidat med mastergrad fra MN ...*

- kan bidra til fagets utvikling og analysere dets muligheter og begrensninger: faglig, etisk og samfunnsmessig
  - kan analysere relevante fag-, yrkes- og forskningsetiske problemstillinger (G1)

- *kan bidra til nytenking og i innovasjonsprosesser (G5)*
- kan formidle og kommunisere omfattende faglig arbeid, både eget og andres, til ulike målgrupper
  - *kan formidle omfattende selvstendig arbeid og behersker fagområdets uttrykksformer (G3)*
  - *kan kommunisere om faglige problemstillinger, analyser og konklusjoner innenfor fagområdet, både med spesialister og til allmennheten (G4)*
- kan anvende sine kunnskaper og ferdigheter på nye områder for å gjennomføre avanserte arbeidsoppgaver og prosjekter (G2)

### 4.3 Ph.d.-programmet ved MN-fakultetet

#### 4.3.1 Kunnskap

En kandidat med doktorgrad fra MN ...

- er i kunnskapsfronten innen sitt fagområde og kan bidra til videre utvikling av faget
  - *er i kunnskapsfronten innenfor sitt fagområde og behersker fagområdets vitenskaps-teori og/eller kunstneriske problemstillinger og metoder (K1)*
  - *kan vurdere hensiktsmessigheten og anvendelsen av ulike metoder og prosesser i forskning og faglige utviklingsprosjekter (K2)*
  - *kan bidra til utvikling av ny kunnskap, nye teorier, metoder, fortolkninger og dokumentasjonsformer innenfor fagområdet (K3)*

#### 4.3.2 Ferdigheter

En kandidat med doktorgrad fra MN ...

- kan drive og gjennomføre forskningsarbeid
  - *kan formulere problemstillinger for, planlegge og gjennomføre forskning og faglig utviklingsarbeid (F1)*
  - *kan drive forskning og faglig utviklingsarbeid på høyt internasjonalt nivå (F2)*
  - *kan håndtere komplekse faglige spørsmål og utfordre etablert kunnskap og praksis på fagområdet (F3)*

#### 4.3.3 Generell kompetanse

En kandidat med doktorgrad fra MN ...

- kan identifisere nye begrensninger og muligheter ved egen forskning: faglig, etisk og samfunnsmessig
  - *kan identifisere nye relevante etiske problemstillinger og utøve sin forskning med faglig integritet (G1)*
  - *kan vurdere behovet for, ta initiativet til og drive innovasjon (G5)*
- kan formidle og kommunisere egen og andres forskning til ulike målgrupper
  - *kan formidle forsknings- og utviklingsarbeid gjennom anerkjente nasjonale og internasjonale kanaler (G3)*
  - *kan delta i debatter innenfor fagområdet i internasjonale fora (G4)*
- kan styre komplekse tverrfaglige arbeidsoppgaver og prosjekter (G2)

## REFERANSER

- [1] Biggs, J., Tang, C. (2011), Teaching for Quality Learning at University, The Society for Research into Higher Education, Fourth edition, 2011.
- [2] Miller, G. A. (1956), The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *The Psychological Review*, 63 (2), 81–97.
- [3] Kvalifikasjonsrammeverket for høyere utdanning (2014). Hentet 16. juli 2015, fra <https://www.regjeringen.no/nb/tema/utdanning/hoyere-utdanning/artikler/nasjonalt-kvalifikasjonsrammeverk/id564809/>.
- [4] Kartlegging av læringsutbyttebeskrivelser — sluttrapport (2015). Hentet 30. januar 2017, fra <http://www.nokut.no/no/Fakta/NOKUTs-publikasjoner/Evalueringer/Hoyere-utdanning/Kartlegging-av-laringsutbyttebeskrivelser--sluttrapport/>.

# Strategies to document active learning practices in biology

Sehoya Cotner<sup>1,2,3</sup>, Lucas M Jenø<sup>3</sup>, Cissy Ballen<sup>1,3</sup>,

<sup>1</sup>*Department of Biology Teaching and Learning, University of Minnesota, Minneapolis, MN, USA*

<sup>2</sup>*E-mail: sehoya@umn.edu*

<sup>3</sup>*bioCEED Centre of Excellence in Biology Education, University of Bergen, Bergen, Norway*

**ABSTRACT:** The Centre of Excellence in Biology Education (bioCEED) was awarded its status as a Norwegian Centre of Excellence in Education by NOKUT in 2014. Among bioCEED's goals is to develop and spread new pedagogical practices for biology, while creating a Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) culture in the faculty. In order to establish a baseline understanding of teaching practices, collaborators collected data on instructor and student self-reported behaviors, and applied the Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM (COPUS) to video-captured lectures in one department (BIO) at one institution (the University in Bergen). In addition, students completed surveys on confidence, motivation, and their perceptions of how class time was spent in individual courses. We found that biology instructors use a diversity of in-class techniques to engage their students and, when self-reporting, underestimate their use of evidence-based teaching. Also, upper-level, small-enrollment courses are perceived by students as being more student-centered than are the larger, introductory-level courses. We conclude by recommending (a) the implementation of low-stakes, formative assessment (such as a classroom-response system) in large-lecture classes, and (b) the continued use of the COPUS and student surveys to track changes due to bioCEED activities.

**Keywords:** scientific teaching, active learning, Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM (COPUS), Teaching Practices Inventory (TPI)

## 1 INTRODUCTION

The Centre of Excellence in Biology Education (bioCEED) was awarded its status as a Norwegian Centre of Excellence in Education by NOKUT in 2014. Among bioCEED's goals is to develop and spread new pedagogical practices for biology, while creating a Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) culture in the faculty. Central to bioCEED's mission is the broad implementation of evidence-based teaching, itself aligned with a larger movement in education called "Scientific Teaching" (ST). ST is a teaching paradigm supported by copious evidence and endorsed by numerous science-teaching organizations (1,2,3,4). ST has a tri-fold emphasis on Active Learning, Assessment, and Diversity, three areas that can inform bioCEED's overall discipline-based educational research, or DBER, mission. We focus here on the use of active learning strategies in courses offered through the Department of Biology at the University of Bergen, where bioCEED is housed.

*Active Learning* refers to educational strategies that involve the students in constructing their own knowledge (e.g., 5, 6). Active learning strategies include immediate feedback techniques (e.g., classroom-response systems), problem-based learning, case studies, worksheets (completed individually or in groups), think-pair-share discussions, strip sequences, and so on. The incorporation of active learning techniques into traditional course formats has been supported by numerous studies, touting the efficacy of active learning in increasing student performance in Science, Technology, Engineering and Math (STEM) courses (7).

As departments and programs, such as bioCEED, promote the use of evidence-based teaching practices, they face the challenge of documenting the impact of these changes on their faculty and students (8,9). Traditional reporting metrics, such as student evaluations of teaching, may not be designed to measure pedagogical strategies so much as instructor reliability, perceived fairness, or enthusiasm for the material (10,11). Thus, there has been a recent interest in improved metrics for gauging teacher practices and teacher-student interactions, with an emphasis on those in-class behaviors shown to be related to improved student learning and engagement (e.g., 9, 12, 14, 15, 16). Our primary goal in this work was to measure the use of evidence-based teaching practices in one

biology department (BIO) at one institution (the University in Bergen) in Norway. We employed two of these instruments—the Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM (COPUS; 12, 13) and the Teaching Practices Inventory (TPI; 16)—as well as a student survey, created in-house, to take a snapshot of the current state of teaching practices in BIO. Secondly, for a sample of courses, we measured the extent to which students, instructors, and classroom observers align, in assessing how class time is organized.

## 2 METHODS

### 2.1 The Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM

*The Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM* (COPUS) was developed to collect objective information about how faculty are constructing class time, and how students are responding to instructor behaviors (6, 7). The COPUS involves classroom observers, recording, at two-minute intervals, instructor and student coded behaviors from a list of typical in-class actions. Instructor behaviors include, but are not restricted to, the following (with codes):

- Posing a general question (nonrhetorical, nonclicker) to all students (PQ)
- Asking a clicker\* question (CQ)
- Lecturing (Lec)
- Moving through the class and guiding student work (MG)

Student behaviors include the following:

- Answering the instructor's question (AnQ-S)
- Discussing a clicker question in groups (CG)
- Listening to the instructor (L)

To measure in-class behaviors for BIO courses, faculty were asked to participate by allowing us to video-record several class sessions during Spring 2016. All sessions were recorded mid-semester, in February and March. Students were informed about the study prior to recording, and gave consent to be recorded, with the guarantee of anonymity and the deletion of all video files at the conclusion of the study.

Videos were housed on a secure external hard-drive, accessible only by project staff and trained observers. Eight students (in fields outside of biology) were trained in one, two-hour session, using sample video available via the Carl Wieman Science Education Initiative (CWSEI) at: [http://www.cwsei.ubc.ca/resources/files/COPUS\\_Training\\_Protocol.pdf](http://www.cwsei.ubc.ca/resources/files/COPUS_Training_Protocol.pdf). Following this training, each video was scored by two observers to calculate inter-rater reliability (IRR). At the end of the first day, IRR exceeded 90% for all paired comparisons, and students resumed scoring independently. Codes were averaged to give a multi-class view of each course.

### 2.2 The Teaching Practices Inventory

*The Teaching Practices Inventory* (TPI; 16) is a standardized tool that allows faculty to self-report their instructional practices—both in and out of the classroom environment. By responding to a series of questions, an instructor can, in 10-15 minutes, get an “extent of use of research-based teaching practices,” or ETP, score. A higher ETP score indicates an instructor who employs a substantial number of evidence-based teaching practices in his or her course. Evidence-based teaching can include out-of-class behaviors (e.g., providing students with a list of specific competencies to be gained from the course), in-class behaviors (e.g., encouraging small-group discussion on project work), and feedback (e.g., using answer keys or grading rubrics for transparency).

bioCEED administrators emailed faculty in BIO, requesting assistance with the TPI project. Faculty members were ensured that TPI results were not meant to be evaluative, and would be used in combination with other metrics to illuminate teaching practices in the department. Surveys were completed online during a two-week period in February, 2016.

---

\* In this case, “clicker” question can refer to any question answered by a personal-response device, which can be a hand-held remote (e.g., “clicker”), an application on a web-enabled device such as a cell phone or tablet (e.g., Poll Everywhere, TopHat), or a system of numbered, patterned or colored cards (e.g., plicker).

## 2.3 Survey

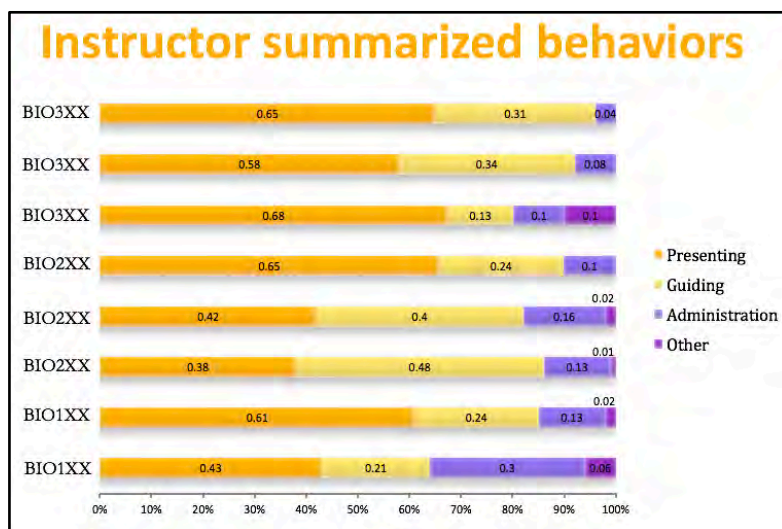
Lastly, a *survey* was administered to students enrolled in thirteen different biology courses during the mid-point of the semester. This survey met the needs of several independent investigations (on student confidence, motivation, background, etc.), and included a few new items designed to gather student perceptions of how class time was spent in the individual biology courses. For example, students were asked to rate their agreement with various statements, such as “The teacher designs meaningful in-class activities” and “I am actively engaged in learning during class.” Responses are derived from five-point, Likert-scale items in which 1=Never and 5=Essentially all the time. Responses were averaged to detect trends, and course-level responses were combined to detect, using one-way ANOVAs and F-tests, differences between introductory (100-level), intermediate (200-level), and advanced (300-level) courses. Students were informed of the goals of the study, as well as their ability to omit any or all survey items. Each student consented to participate in the study.

The research on human subjects (surveys and video-recording) was approved by NSD Prosjektnr 46727.

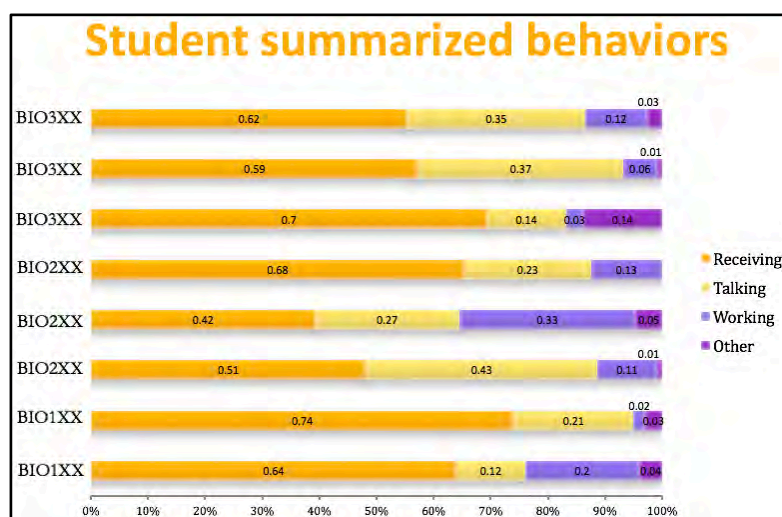
## 3 RESULTS

### 3.1 The Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM

*The Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM (COPUS)*: 10 instructors, representing 8 courses, agreed to participate by allowing their classes to be video-recorded. Six of these courses were recorded at least twice (and COPUS scores reflect averages); two of the courses were recorded once. Most class sessions were 75 – 90 minutes, resulting in approximately 20 hours of class time recorded and scored. Figure 1 summarizes the in-class behaviors of these ten instructors; figure 2 summarizes the in-class behaviors of the students in the corresponding courses.



*Figure 1.* A summary of instructor behaviors for eight classes in the Department of Biology. COPUS codes have been collapsed into the following behavioral categories: **Presenting** (includes: Lecturing, Real time Writing, and Demos/Videos); **Guiding** (Follow Up, Posing Question, Clicker Question, Answering Question, and Moving/ Guiding); **Administration** (Assigning homework, handing out tests etc.); and **Other** (Waiting and Other).



*Figure 2.* A summary of student behaviors for eight classes in the Department of Biology. COPUS codes have been collapsed into the following behavioral categories: **Receiving** (Listening), **Talking to Class** (Answering Questions, Asking Questions, Whole Class discussion, Student Presentation), **Working** (Individual thinking, Discussing Clicker Questions, Working in Groups, Other Assigned Group Activity, Predicting, Taking a Test or Quiz), and **Other** (Waiting and Other).

### 3.2 The Teaching Practices Inventory

*The Teaching Practices Inventory* (TPI). Response rates to the TPI were low, with eleven faculty members participating (representing fewer than one-half of those contacted initially). This may reflect a general concern with the TPI (personal observation), namely that, by collapsing an instructor's teaching into a single number to reflect "evidence-based" teaching practices, the tool cannot escape being viewed as evaluative. In the interests of preserving anonymity (with such a small sample size), and discouraging the perception of the TPI as being evaluative, we restrict our comments to the following: of the five faculty members who participated in both the TPI and the classroom observations, all of their assessments of how much time they spend lecturing (versus doing other things in class) exceeded the times reflected in the COPUS scores. For example, one instructor chose the option "60-80%" to characterize the proportion of class time he typically lectures, whereas the COPUS scores reflected 42% for the category "Presenting"—which includes lecturing. Another chose the "60-80%" option, and lectured at most 38% of the time. Also, on open-ended comments about transforming teaching, many faculty express a willingness to approach their teaching with a scientific lens (developing and testing hypotheses, collecting and analyzing data, etc.), but express concerns about lacking the capacity (time, resources, knowledge of "how to begin") to do so.

Response item	100-level (n=42)	200-level (n=42)	300-level (n=19)
**I discuss course material with the teacher outside of class	1.69	2.17	2.42
The teacher lectures in class	4.1	3.68	3.94
***I lead discussions in class	1.38	1.93	2.42
***The teacher designs meaningful in-class activities	2.55	3.31	3.37
*The teacher asks questions to gauge our understanding during class	3.03	3.6	3.58
***I volunteer answers in class	1.8	2.56	3.05
***The teacher asks questions to stimulate thoughtful discussion during class	2.71	3.53	3.58
***The teacher designs meaningful assignments for out-of-class work	2.17	3.49	3.47
I think about class material outside of class	3.78	3.77	3.58
I listen carefully in class	4.07	3.84	4.26
**The instructor discusses why the material is useful or interesting from my (the student's) perspective.	2.95	3.3	3.79
I try very hard in class	3.68	3.56	3.95
I pay attention in class	4.12	4.05	4.42
I enjoy learning new things in class	4.15	4.14	4.37
*Class is fun	3.21	3.47	3.89
I am actively engaged in learning during class	3.29	3.44	3.95
***The teacher seems interested in my learning	2.98	3.68	3.89
***The teacher gives timely feedback on my performance in class	1.79	2.72	3.06
*I look forward to attending class	3.29	3.56	4

*Table 1.* Average student response, by course level, to several items related to their, and their instructor's, course-related behaviors. Responses are derived from five-point, Likert-scale items in which 1=Never and 5=Essentially all the time. Averages were compared for significant differences across categories using one-way ANOVAs. P-values reflect the probability of exceeding a given Sum of Squares F-ratio. \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$ .

### 3.3 Survey

Survey response was low, at ~25% of enrolled students responding to an email request to complete an online survey. For some 300-level courses, which enroll upper-division students, there were fewer than three responses. For interpreting general trends, courses were combined into 100-level courses (including three large-enrollment courses and 42 survey respondents), 200-level courses (including four medium-enrollment courses and 42 respondents), and 300-level courses (including six small-enrollment courses and 19 respondents). These combined response averages are depicted in Table 1.

Across the board, students report relatively high levels of listening in class, thinking about course material outside of class, trying hard, paying attention, and enjoying learning new things. Where there are differences by course level, the patterns indicate a more student-centered environment in the higher-level, smaller-enrollment courses: students in 300-level courses are more likely than their 100-level counterparts, for example, to report that they lead discussions in class, that the teacher designs meaningful in-class activities, and that the teacher seems interested in the students' learning.

## 4 DISCUSSION

This work, with its limited focus on one department at one Norwegian institution, is clearly limited in scope. Any interpretation is further restricted by the low response rate of teachers to the TPI and of students to the online survey. However, despite these limitations, certain themes emerge. First, it is clear that these biology instructors use a diversity of in-class techniques to engage their students (Figure 1), and, when self-reporting, underestimate this diversity—reporting lecturing more than they actually do. This tendency to under-report what instructors no doubt perceive as desirable instructional practices may reflect a Scandinavian tendency not to boast—a tendency encapsulated in the cross-Scandinavian “Law of Jante,” which affirms that the individual is not to commit any of several offenses, including thinking he or she is better than anyone else (17). For example, one study (18) implicated *Janteloven* in a pronounced difference between Danish and U.S. teachers' self-efficacy. However, other factors may also be at play, such as confusion over the exact meaning of “lecturing;” for example, does writing on the board count as lecturing? What about giving a demonstration? These behaviors are associated with the same passive student behaviors (Figures 1 and 2), however are not, strictly speaking, lecturing.

Second, students in these biology courses perceive the upper-level, small-enrollment courses as being more student-centered than do their counterparts in the larger, introductory-level courses. These findings are not necessarily surprising, as others (e.g., 19, 20) have reported on the challenges of incorporating active, student-centered learning into the large-lecture setting. However, some of the disparities—such as the use of questions to stimulate thoughtful discussion, or the delivery of timely feedback—could be addressed by evidence-based strategies. For example, a classroom-response system, or CRS (e.g. TopHat, Poll Everywhere, etc.), can be easily implemented to both stimulate discussion and give immediate feedback on a student's conceptual understanding (21-23). Given that, on the TPI, instructors all expressed a willingness to learn more and try new things, this department's 100-level courses may be the ideal venue for whole-scale implementation (with adequate support) of a CRS. We predict that a thoughtfully employed CRS would mitigate some of the disparities in student-centered instruction that currently exist between introductory and advanced biology courses.

In conclusion, we find, for this population, utility in the COPUS and student surveys in gauging the implementation of active-learning techniques. The TPI was of limited utility, largely due to low response rate, which may reflect instructor concerns about the evaluative nature of the instrument, as well as concerns about anonymity. We also found good alignment between the self reports of instructors and students, and the objective ratings of in-class behaviors.

The COPUS is relatively new, however it has been tested in several North American institutions, ranging from Maine and British Columbia (12) to Nebraska (24) and Washington State (25). We are unaware of COPUS implementation outside of North America, but anticipate its continued use at this institution, as departmental faculty increase the use of active learning techniques in several biology courses.



## 5 ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Jonathan Soule with video-recording assistance. Oddfrid T. Kårstad Førland and Vigdis Vandvik were instrumental in distributing student surveys and the TPI. This research was approved by NSD Prosjektnr 46727, and funded by the Centre of Excellence in Biology Education (bioCEED) at University of Bergen. Cissy Ballen was supported by a Research Council of Norway Mobility Grant (proposal no. 261529) awarded to S. Cotner.

## REFERENCES

1. The White House. 2009. Retrieved March 25, 2016, from <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/president-obama-launches-educate-innovate-campaign-excellence-science-technology-en>
2. Hrabowski F, Freeman A. 2011. *Science* 331: 125-125.
3. Olson S, Riordan DG. 2012. Report to the President. *Executive Office of the President*.
4. American Association for the Advancement of Science. 2011. Vision and Change in Undergraduate Biology Education: A Call to Action. Washington, DC.
5. Handelsman J, Miller S, Pfund C. 2007. Scientific Teaching, New York: Freeman.
6. Allen, Deborah, and Kimberly Tanner. 2005. "Infusing Active Learning into the Large-Enrollment Biology Class: Seven Strategies, from the Simple to Complex." *Cell Biology Education* 4 (4): 262–68.
7. Freeman S, Eddy SL. 2014. "Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111: 8410–8415.
8. Ebert-May, D., T. Derting, J. Hodder, J. Momsen, T. Long, and S. Jardeleza. 2011. "What We Say Is Not What We Do: Effective Evaluation of Faculty Professional Development Programs." *BioScience* 61 (7): 550–58.
9. Sawada, Daiyo, Michael D Piburn, Eugene Judson, Jeff Turley, Kathleen Falconer, Russell Benford, and Irene Bloom. 2002. "Measuring Reform Practices in Science and Mathematics Classrooms: The Reformed Teaching Observation Protocol." *School Science and Mathematics* 102 (6): 245–53.
10. Cohen P. 1980. "Effectiveness of student-rating feedback for improving college instruction: a meta-analysis of findings." *Res High Educ* 13, 321–341.
11. Spooren, Pieter, Bert Brockx, and Dimitri Mortelmans. 2013. "On the Validity of Student Evaluation of Teaching: The State of the Art." *Review of Educational Research*. Vol. 83(4): 598-642.
12. Smith MK, Jones FH, Gilbert SL, Wieman CE. 2013. "The classroom observation protocol for undergraduate stem (COPUS): A new instrument to characterize university STEM classroom practices." *CBE-Life Sciences Education*, 12: 618-627.
13. Smith, Michelle K., Francis H. M. Jones, Sarah L. Gilbert, and Carl E. Wieman. 2013. "Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM – COPUS Observation Codes." *CBE-Life Sciences Education* 12 (4): 618–27.
14. Eddy, Sarah L, Mercedes Converse, and Mary Pat Wenderoth. 2015. "PORTAAL: A Classroom Observation Tool Assessing Evidence-Based Teaching Practices for Active Learning in Large Science, Technology, Engineering, and Mathematics Classes." *CBE - Life Science Education* 14: 1–16.
15. Hora MT, Oleson A, Ferrare JJ. 2013. Teaching Dimensions Observation Protocol (TDOP) User's Manual, Madison: Wisconsin Center for Education Research, University of Wisconsin–Madison.
16. Wieman, Carl, and Sarah Gilbert. 2014. "The Teaching Practices Inventory: A New Tool for Characterizing College and University Teaching in Mathematics and Science." *CBE Life Sciences Education* 13 (3): 552–69.
17. Sandemose, A. 1933. En flyktning krysser sitt spor: fortelling om en morders barndom (Vol. 28). Gyldendal.

18. Andersen, Annemarie Møller, Søren Dragsted, Robert H. Evans, and Helene Sørensen. 2004. "The Relationship Between Changes in Teachers' Self-Efficacy Beliefs and the Science Teaching Environment of Danish First-Year Elementary Teachers." *Journal of Science Teacher Education* 15 (1): 25–38.
19. National Research Council. 2003. "BIO 2010: Transforming Undergraduate Education for Future Research Biologists." *Education*, 208.
20. Walker, J.D., S.H. Cotner, P.M. Baepler, and M.D. Decker. 2008. "A Delicate Balance: Integrating Active Learning into a Large Lecture Course." *CBE Life Sciences Education* 7 (4): 361–67.
21. Gray, Tara, and Laura Madson. 2007. "Ten Easy Ways to Engage Your Students." *College Teaching* 55 (2): 83–87.
22. Knight, Jennifer K, Sarah B Wise, and Scott Sieke. 2016. "Group Random Call Can Positively Affect Student In-Class Clicker Discussions." *CBE-Life Sciences Education* 15: 1–11.
23. Cotner, S.H., B.A. Fall, S.M. Wick, J.D. Walker, and P.M. Baepler. 2008. "Rapid Feedback Assessment Methods: Can We Improve Engagement and Preparation for Exams in Large-Enrollment Courses?" *Journal of Science Education and Technology* 17 (5): 437–43.
24. Lund, Travis J, Matthew Pilarz, Jonathan B Velasco, Devasmita Chakraverty, Kaitlyn Rosploch, Molly Undersander, and Marilyne Stains. 2015. "The Best of Both Worlds: Building on the COPUS and RTOP Observation Protocols to Easily and Reliably Measure Various Levels of Reformed Instructional Practice." *CBE Life Sciences Education* 14 (2): 1–12.
25. Connell, Georgianne L, Deborah A Donovan, and Timothy G Chambers. 2016. "Increasing the Use of Student-Centered Pedagogies from Moderate to High Improves Student Learning and Attitudes about Biology." *CBE Life Sciences Education* 15 (1): 1–15.

# Etter- og videreutdanning for lærere – hva skal til for å lykkes?

Frøyland, M.<sup>1</sup>; Remmen, K.B.<sup>2</sup> og Lundmark, A.M.<sup>3</sup>, *Universitetet i Oslo*

**ABSTRAKT:** Dette casestudiet handler om en etter- og videreutdanning (EVU) for geofaglærere i videregående skole. Utdanningen består av fire moduler som har en varighet på 1 år hver. Hver modul har et geofaglig og et geodidaktisk tema, og deltakerne bruker begge temaene til å designe, prøve ut og evaluere et undervisningsopplegg. I denne artikkelen analyserer vi EVU-modellen i lys av litteraturen om kjennetegn på effektive EVU, samt presenterer data fra en spørreundersøkelse hvor vi har kartlagt lærernes egen oppfatning av hvordan EVU har påvirket deres praksis og deres elevers læringsutbytte. Resultatene og erfaringene fra vår EVU-modell kan informere andre som ønsker å utvikle en EVU som har fokus på dybdeforståelse hos eleven.

**Nøkkelord:** EVU, naturfagundervisning, dybdelæring

## 1 INNLEDNING

Mange universitet og høyskoler tilbyr etter – og videreutdanning (EVU) for realfaglærere i grunnskole og videregående skole. Slike tilbud vil det være stort behov for også i framtiden, fordi læreplanene i fag skal revideres slik at lærere i større grad kan fokusere på elevenes dybdelæring (Kunnskapsdepartementet 2016, s.84). Skal vi lykkes må vi vite hva dybdelæring betyr og hvordan EVU best kan støtte opp om en undervisning som bidrar til dybdelæring.

### 1.1 Undervisning som gir dybdelæring

Sawyer (2005) oppsummerer følgende kjennetegn på dybdelæring: eleven kobler ny kunnskap med det hun kan eller har erfart fra før, klarer å plassere kunnskap inn i et større begrepssystem, kan se etter mønster og underliggende prinsipper, forstår hvordan kunnskap dannes og kan vurdere holdbarheten i argumenter, samt reflektere over egen læringsprosess og forståelse. Det motsatte av dybdelæring er overflatelæring, som er det en oppnår ved å pugge fragmenter av faktakunnskap eller følge en oppskrift uten å forklare hva eller hvorfor, eller uten å reflektere over egne læringsstrategier (Sawyer, 2005). Konsekvensen av overflatelæring er ofte en svakere evne til å anvende kunnskap i andre situasjoner (Chi og Van Lehn 2012). I Stortingsmelding 28 etterspørres mer fokus på dybdelæring i læreplaner (Kunnskapsdepartementet 2016, s.84). Det må nødvendigvis innebære at undervisningen legger til rette for dybdelæring.

Derfor trengs et verktøy for å designe undervisning som kan gi elevene mulighet til dybdelæring og forståelse. Wiske (1998) hevder at *Teaching for Understanding* (TfU), som er utviklet av lærere og forskere ved Harvard universitetet i USA, kan være et slikt verktøy. TfU bygger på en definisjon av *forståelse* som det å kunne anvende kunnskap og ferdigheter i nye situasjoner som krever forklaring, finne evidens og generalisere (Wiske 1998, s.40), altså det samme som dybdelæring (Sawyer 2005). TfU består av fire elementer hentet fra Wiske (1998, s.61-86).

1. Hva skal temaet være? Velg et rikt tema som gir muligheter for variasjon og ulike perspektiver, slik at elevene kan jobbe med temaet over tid.
2. Hva skal elevene forstå når undervisningsopplegget er avsluttet? Velg et forståelsesmål som er sentralt for temaet og som eleven skal være i stand til å overføre til nye og ukjente situasjoner.
3. Hvordan skal du som lærer hjelpe eleven til å nå den forståelsen? Velg læringsaktiviteter som bidrar til at elevene når forståelsesmålet.
4. Hvordan vet du som lærer at eleven er på rett vei mot forståelse? Vurder om elevene er på vei til å nå forståelsesmålet (underveisvurdering).

<sup>1</sup> Naturfagsenteret, Universitetet i Oslo, e-post: merethe.froyland@naturfagsenteret.no

<sup>2</sup> Institutt for lærerutdanning og skoleforskning (ILS), Universitetet i Oslo, e-post: k.b.remmen@ils.uio.no

<sup>3</sup> Institutt for geofag, Universitetet i Oslo, e-post: mattias@geologi.uio.no

For at læreren skal sjekke om læringsaktivitetene hjelper elevene til dybdelæring, trengs et annet verktøy, for eksempel det Ritchhart og kollegaer (2011, s.11-13) kaller for «thinking moves» (TM):

- Observere nøye og beskrive det som er der
- Bygge forklaringer og tolkninger
- Resonnere basert på evidens
- Gjøre koblinger
- Vurdere ulike synspunkt og perspektiver
- Avdekke kompleksitet og gå i dybden
- Undre seg og stille spørsmål
- Fange essensen og formulere egne konklusjoner

Ritchhart og kollegaer (2011) hevder at læringsaktiviteter må stimulere en eller flere TM hos eleven for at hun/han skal bygge forståelse. På den måten kan TM brukes både som undervisningsverktøy til å øke kvaliteten på en læringsaktivitet, og som vurderingsverktøy til å vurdere kvaliteten på elevens læringsprosess.

Dersom læreren skal undervise slik at elevene utvikler forståelse i naturfag må de ha strategier for dette, i tillegg til at de selv også har dybdeforståelse i naturfag (Stadler og Jorde 2012). Undersøkelsen Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS 2015) dokumenterer at lærere mangler naturfaglig kompetanse og i liten grad tilbyr undervisning som bidrar til dybdeforståelse (Nilsen og Frøyland 2016). For at praktiserende lærere skal undervise for dybdeforståelse må vi designe EVU som gjør det mulig for lærere å overføre teori til egen undervisning. Studier av EVU indikerer at fokus på undervisningsverktøy eller strategier hjelper lærerne til å overføre teori til praksis på en måte som gir elever dybdeforståelse (Kennedy 2016).

## 1.2 Hva skal til for at EVU påvirker lærers praksis?

Det er gjort flere studier av EVU og hvordan de bidrar til læreres praksis. EVU kan variere fra totimers foredrag, til mer langvarige kurs, men ikke alle EVU har like stor effekt på lærerens undervisningspraksis. Vi vil derfor oppsummere fire kjennetegn for effektive EVU, basert på tre review-studier: Capps, Crawford og Costas (2012) som har sett på EVU om utforskende arbeidsmåter i naturfag, Luft og Hewson (2014) som har sett på EVU innen naturfagundervisningen generelt, og Kennedy (2016) som har sett på sammenhengen mellom innholdet i EVU og hvordan det påvirker lærerens undervisning og elevenes utbytte. Alle disse studiene fremhever viktigheten av at:

1. Lærerne forstår naturvitenskapenes kunnskap, arbeidsmetoder og praksiser («nature of science»). Men et ensidig fokus på naturvitenskapelig innhold er ikke nok for å forbedre lærerens undervisningspraksis. Ifølge Kennedy (2016) var det de EVU som ga deltakerne konkrete *strategier* eller *verktøy* til å omsette faglig innhold til praksis som lyktes best med å forbedre lærerens praksis og elevens utbytte. «Understanding by Design» utviklet av Wiggins og McTighe (1998) ble brukt i det EVU som ga elevene høyest skår. Understanding by Design er tilsvarende Teaching for Understanding (Wiske 1998), et teoretisk rammeverk for planlegging og gjennomføring av egen undervisning.
2. EVU innholdet dreier seg om lærerens hverdag, at det faglige innholdet passer til læreplanen og at det didaktiske har fokus på å gi lærere verktøy til å takle utfordringer i undervisningen. Kennedy (2016) dokumenterer at lærere som deltar frivillig får best utbytte, og påpeker at det er viktig å ta hensyn til at lærerne er i en læringsprosess på EVU, der motivasjon og tilrettelagt undervisning er viktig også for lærer.
3. Lærerne får anledning til å diskutere med hverandre og dele erfaringer. Men Kennedy (2016) kan vise til at ikke alle slike gruppearbeid er like effektive. Lærerne må få hjelp til å bruke gruppearbeidet til analysere egne erfaringer og til å overføre EVU innhold til egen praksis.
4. EVU går over tid, slik at lærerne får god tid til å diskutere og prøve ut EVU- innhold i løpet av EVU perioden.

Basert på disse fire punktene, kan vi trekke ut fire kjennetegn ved effektive EVU: 1) faglig innhold må kombineres med undervisningsverktøy, 2) ta hensyn til at lærere er elever på EVU, 3) gruppearbeid må være organisert, og 4) lærere må delta i aktiviteter over tid. Disse fire kjennetegnene skal vi bruke senere i denne artikkelen til å analysere en EVU- modell som skal sette geofaglærere i bedre i stand til

å designe undervisningsopplegg som gir deres elever dybdeforståelse i geofaglige emner (Thorsen og Frøyland 2014). Våre forskerspørsmål er:

1. Hvordan blir kjennetegn på effektive EVU konkretisert i vårt EVU-tilbud for geofaglærere?
2. Hvordan opplever lærerne at EVU har bidratt til deres undervisningspraksis og elevenes dybdeløring?

## 2 METODE

For å svare på forskningsspørsmålene har vi gjort en casestudie av en EVU-modell for geofaglærere ved Universitetet i Oslo. Fordelen med casestudie er at det gir mulighet til å inkludere ulike metoder for å få et bredt bilde av EVU-modellen (Yin 2009). Datagrunnlaget for å analysere EVU-modellen er våre observasjoner fra åtte år med EVU, samtaler med geofaglærere, alt materiale som EVU-program og pensumlistene, geofaglærernes innleveringer og eksamensrapporter, samt videostudier. I tillegg inviterte vi åtte geofaglærere til å delta i en spørreundersøkelse. De ble valgt fordi de hadde deltatt på EVU over flere år. Spørreundersøkelsen inneholdt flere åpne spørsmål og ble gjennomført på nett (se vedlegg 1). Begrensningene med spørreskjema er at det bare er lærerens egen rapportering av opplevd undervisning – vi har ikke undersøkt elevenes opplevelse av undervisningen.

Dataene ble analysert ved hjelp av de fire kjennetegnene for effektive EVU beskrevet ovenfor.

## 3 FORELØPIGE RESULTATER OG DISKUSJON

Nedenfor presenterer vi hvordan de fire kjennetegnene konkretiseres i EVU-modellen (forskerspørsmål 1), samt data fra spørreundersøkelsen som belyser lærernes opplevelse av betydningen av EVU for undervisningspraksis og elevenes dybdeløring (forskerspørsmål 2).

### 3.1 Kjennetegn 1 om innhold

Hver modul har 50 % geofaglig innhold og 50 % geodidaktisk innhold – se tabell 1.

	Modul 1	Modul 2	Modul 3	Modul 4
Geofaglig tema	Geoprosesser	Naturkatastrofer	Georessurser	Jorda i endring
Didaktisk tema – hvordan geofag undervises	Feltarbeid	Bruk av rollespill	Undervisvurdering	Grunnleggende ferdigheter
Studiepoeng	15	15	15	15

Tabell 1: Innholdet i de fire EVU-modulene for geofaglærere i videregående skole.

De geovitenskapelige ansatte på UiO demonstrerer geofaglig fakta og prosesser gjennom foredrag, og engasjerer lærerne gjennom aktiviteter og feltarbeid. De geofaglige temaene er de samme som hovedområdene i læreplanen for geofag (Kunnskapsdepartementet 2006). Det geofaglige innholdet blir etterfulgt av didaktisk innhold som blir demonstrert gjennom foredrag av didaktikere, gruppearbeid og hjemmeoppgaver. Det didaktiske innholdet tar utgangspunkt i hvordan det faglige innholdet kan undervises ved bruk av undervisningsverktøy som TfU og TM. På den måten får lærere anledning til å øve seg på å bruke innholdet og anledning til å diskutere erfaringen med andre geofaglærere.

Ifølge spørreundersøkelsen mener geofaglærerne at EVU må inneholde både geofag og didaktikk, men at de liker best de geofaglige forelesningene: «Pass på at folk får nok realfaglig påfyll også i tillegg til didaktikk. Realfagspåfyll er nok for mange hovedmotivet for å ta EVU - og så oppdager de viktigheten av didaktikken underveis;»

### 3.2 Kjennetegn 2 om lærer som elev

Da vi designet innholdet i EVU-modulene (tabell 1), tok vi utgangspunkt i lærernes utfordringer med geofag og undervisning, det didaktiske. Det geofaglige innholdet dekker hovedområder i læreplanen for geofag (Utdanningsdirektoratet 2006). Basert på en undersøkelse blant geofaglærere (Remmen 2008), fikk vi en oversikt over hva geofaglærere opplevde som utfordrende og valgte ut fire didaktiske emner vi tok med i EVU (tabell 1). Vi legger også opp til at lærerne får bearbeide og teste ut EVU-

innhold gjennom hjemmelekser og gruppearbeid. På den måten legger vi til rette for gode læringsprosesser for geofaglærerne, slik Kennedy (2016) påpeker er viktig for effektive EVU.

Spørreundersøkelsen viste imidlertid at flere av lærerne også satte pris på at de geofaglige forelesningene fokuserer på oppdatert kunnskap, eller forskningsfronten, og at det gir trygghet i å undervise innholdet i læreplanen for geofag: *«Det jeg synes er så bra med videreutdanningen i Geofag er at det er høyt fokus på faglig nivå. Vi får kjennskap til forskjellige forskningsfelt og dette er fint til å ha meg seg i klasserommet. Det er fint at nivået på undervisningen er høyere enn det vi skal undervise på videregående skole».*

Et annet funn som tyder på høy motivasjon for å delta på EVU er at lærerne selv har valgt å delta. Noen betaler selv, mens andre får økonomisk støtte.

### 3.3 Kjennetegn 3 om gruppearbeid

På EVU-samlingene setter vi av tid til at lærere skal gjennomføre aktiviteter både inne og ute i felt, de får også tid til å reflektere over hvordan de syntes det gikk, ved hjelp av TfU og TM. Vi har erfart at det er mest vellykket når vi ber deltakerne om å starte planleggingen av et eget undervisningsopplegg allerede på samling 1, og gir dem oppgaver mellom hver samling som hjelper dem til å designe undervisningsopplegget trinn for trinn, og at de på samlingene får anledning til å diskutere med hverandre de valgene de har gjort. I vurderingen av eget og andres undervisningsopplegg fungerer verktøyene (TfU og TM) som refleksjonsverktøy. På siste samling presenterer lærerne hvordan gjennomføringen gikk, og gir hverandre innspill som de kan ta med i den skriftlige eksamensrapporten.

Geofaglærerne i spørreundersøkelsen bekrefter at erfaringsutbytte i grupper er en viktig del av EVU, både som motivasjon for å melde seg på studiet og når de tenker tilbake på studiet i etterkant, men de påpeker at innholdet i gruppearbeidene er avgjørende: *«I tillegg er det viktig at det legges opp til erfaringsutveksling og diskusjoner, men temaet for disse må være av verdi for vår undervisning».* Dette understreker Kennedys (2016) poeng om at gruppearbeid må oppleves relevant for lærerne.

### 3.4 Kjennetegn 4 om tid

Hver modul (tabell 1) går over ett skoleår og inneholder fire samlinger (to på høsten og to på våren) på 2-3 dager hver. Det er nødvendig tidsbruk for å gå i dybden på det geofaglige og det geodidaktiske i tillegg til å designe og teste ut undervisningsopplegget. Selv om det geofaglige og didaktiske temaet varierer, må lærerne anvende undervisningsverktøyene TfU og TM i hver modul. Det betyr at lærere som tar flere moduler får varierte erfaringer med TfU og TM.

I spørreundersøkelsen svarte alle lærerne at de bruker de to undervisningsverktøyene, TfU og TM, gjennomgående i sin undervisning. Følgende sitat fra en geofaglærer bekrefter dette: *«Når det gjelder det didaktiske opplegget så liker jeg at TfU er gjennomgående i alle modulene».* På spørsmål om organiseringen av EVU trekker en geofaglærer fram fordelene med å bruke tid: *«Organiseringen i moduler slik det er nå gir god tid til fordypning på hvert tema».*

### 3.5 Bidrar EVU til at lærerne endret praksis og at elevene oppnår dybdelæring?

Alle geofaglærerne i denne studien meddeler at EVU har endret deres praksis. De har et større repertoar av undervisningsmetoder og verktøy, samt at de har blitt mer fokusert på elevenes læring. Dette illustreres i følgende eksempel: *«Jeg er mer opptatt av hva elevene skal forstå og hvordan de skal oppnå forståelsen - dette påvirker planlegging av timene og hva som vektlegges. Metodene (TfU, thinking moves) fungerer som verktøy når jeg skal tilrettelegge for bedre læring for flere. Jeg har større variasjon i timene. Jeg har færre karaktervurderinger og bruker undervisningsvurdering mer, spesielt ulike former for hverandre vurdering/samarbeidslæring».*

At EVU påvirket praksis ble også bekreftet da vi spurte i hvor stor grad de hadde brukt TfU og TM etter EVU. Alle bekreftet at de bruker disse undervisningsverktøyene: *«Teaching for Understanding og Thinking moves preger tankegangen min når jeg planlegger og gjennomfører undervisningen.»*

Når vi spør lærerne om de tror EVU-innholdet påvirker elevenes læring svarer 6 av 8 ja og to «vet ikke». De seks geofaglærerne som svarer ja, skriver at de observerer TM hos elevene. En geofaglærer uttrykker det slik: *«Synliggjøring av elevenes tankeprosesser, spesielt gjennom tilbakemeldinger*

*elevene gir hverandre ved undervisningsvurderinger, i diskusjoner og i skriftlige innleveringer. Karakterer på prøvene bekrefter dette.»*

#### 4 KONKLUSJON OG IMPLIKASJON

Basert på review-artiklene (Capps og kollegaer 2012; Luft og Hewson 2014; Kennedy 2016) og resultatene i denne artikkelen vil vi foreslå noen råd for design av EVU for naturfaglærere i videregående skole:

*Innholdet bør fordeles 50:50 mellom naturfaglig og didaktisk innhold.* Det naturfaglige innholdet bør tilpasses hovedområdene i læreplanen, gjerne med fokus på forskningsfronten. Det didaktiske kan gjerne ta utgangspunkt i feltarbeid/forsøk, varierte undervisningsmetoder som bruk av grunnleggende ferdigheter og rollespill og undervisningsvurdering. I tillegg bør lærerne få helt konkrete undervisningsverktøy som hjelper dem til å overføre teori til praksis. Vi anbefaler TfU og TM fordi de bidrar til å gjøre læreres undervisning mer fokusert på elevenes dybdelæring. Basert på vårt studie vil vi påpeke at det er svært viktig for lærere at de ikke bare får verktøy for å designe egen undervisning, men også verktøy til å observere elevers læringsprosess.

*På EVU er lærere elever.* Det er viktig å ha motiverte lærere på EVU dersom praksis skal endres. Legg derfor vekt på frivillig deltakelse. Lærerne må ikke være passive mottakere på EVU men aktive deltakere, både gjennom gruppearbeid og hjemmeoppgaver. Det kan gjøres ved at lærerne må designe og teste ut et undervisningsopplegg som tar i bruk EVU innholdet og rapportere om det til eksamen. Da får lærerne anledning til å bearbeide og øve seg på å bruke teorien og få tilbakemeldinger fra andre lærere og EVU arrangører.

*Strukturere gruppearbeidene.* I vårt studie har vi hatt god erfaring med at gruppearbeidene brukes til å jobbe med eksamensoppgaven. Arbeidet med undervisningsopplegget bør deles opp i flere trinn, gjerne strukturert etter de fire punktene i TfU og fordelt over hele året. Deretter bør deltakerne få anledning til å bruke gruppearbeidene til å diskutere undervisningsopplegget trinn for trinn. På den måten får de hjelp av hverandre til å tolke og implementere EVU innhold i egen praksis.

*EVU bør vare i flere år.* Vi har god erfaring med at en modul går over 1 år, men mener at 1 år er litt lite. Det er undervisningsverktøyene TfU og TM, som vi bruker i alle modulene, som lærerne benytter etter at de er ferdige med EVU. Vi anbefaler derfor minst 2 år slik at lærerne får anledning til å bruke de viktigste verktøyene flere ganger.

#### REFERANSER

- Capps, D.K., Crawford, B.A., and Conostas, M.A. (2012). A review of empirical literature on inquiry professional development: Alignment with best practices and a critique of the findings. *Journal of Science Teacher Education*, Vol. 23, No. 3, pp. 291-318.
- Chi, M.T.H and VanLehn K.A. (2012). Seeing deep structure from the interactions of surface features. *Educational Psychologist*, Vol. 47, No. 3, pp. 177-188.
- Haug, B. (2016). Begrepsforståelse og vurdering underveis i en utforskning. I Ødegaard, Haug, Mork and Sørvik (red.). *På Forskerføtter i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Kunnskapsdepartementet (2016). *Fag – Fordypning – Forståelse. En fornyelse av Kunnskapsløftet*. (St. meld. nr. 28 2015-2016). Oslo. Departementenes servicesenter.
- Kunnskapsdepartementet (2006). *Læreplan i geofag - programfag i utdanningsprogram for studiespesialisering (GFG1-01)*. Lastet ned 20.01.2017 fra <https://www.udir.no/kl06/GFG1-01>
- Kennedy, M. M. (2016). How Does Professional Development Improve Teaching? *Review of Educational Research*, Vol. 86, No. 4, pp. 945–980.
- Luft, J.A, and Hewson, P.W. (2014). Research on teacher professional development programs in science. In S.K. Abell and N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research in Science Education 2nd ed.*, pp. 889-909. Taylor and Francis.
- Nilsen, T. and Frøyland, M. (2016). Undervisning i naturfag. I Bergem, O.K. (2016) *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015*, pp. 137-157. Universitetsforlaget.
- Remmen, K.B. and Frøyland, M. (2014). Implementation of guidelines for effective fieldwork designs: exploring learning activities, learning processes, and student engagement in the classroom and the field. *International Research in Geographical and Environmental Education*, Vol. 23, No. 2, pp. 103-125.

- Richhart, R., Church, M. and Morrison, K. (2011). *Making thinking visible. How to promote Engagement, Understanding, and Independence for All Learners*. 294. Jossey-Bass.
- Sawyer, R.K. (2005). The New Science of Learning. In R.K. Sawyer (Ed.): *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, pp. 1-17. Cambridge University Press.
- Stadler, M.G. and Jorde, D. (2012). Improving Science Education through European Models of Sustainable Teacher Professional development. In D. Jorde and J. Dillon (Eds.), *Science Education Research and Practice in Europe. Retrospective and Prospective*, pp. 375-393. Sense Publishers.
- Thorsen, T.A. and Frøyland, M. (2013). Behov for kompetanseheving blant geofaglærerne. I M. Frøyland and K.B. Remmen (Eds.) *Georøtter og feltføtter – en antologi om geodidaktikk*, KIMEN 1, pp. 51-72.
- Wiggins, G.P., McTighe, J., Kiernan, L.J. and Frost, F. (1998). *Understanding by Design*. Alexandria, VA Association for Supervision and Curriculum Development.
- Wiske, M.S. Ed. (1998). *Teaching for Understanding. Linking Research with Practice*. The Jossey-Bass Education Series.
- Yin, R.K. (2009). *Case study research: Design and methods. 4th ed.* Thousand Oaks, California: Sage Publications.

## VEDLEGG 1

Vedlegg 1. Utdrag fra spørreundersøkelse om EVU. For samtlige spørsmål nedenfor blev det bedt om utdypning av svarene.

- 1) Hvor viktig var følgende for din beslutning å delta på studiet?  
(fra 1 til 5 der 5 er veldig viktig og 1 ikke viktig i det hele tatt)  
faglig inspirasjon / faglig kunnskap og forståelse / didaktisk inspirasjon / didaktisk kunnskap og forståelse /  
erfaringsutbytte med medstudenter / konkrete undervisningsverktøy
- 2) Hva tenker du har vært det viktigste nå i etterkant av EVU?  
(fra 1 til 5 der 5 er veldig viktig og 1 ikke viktig i det hele tatt)  
faglig inspirasjon / faglig kunnskap og forståelse / didaktisk inspirasjon / didaktisk kunnskap og forståelse /  
erfaringsutbytte med medstudenter / konkrete undervisningsverktøy
- 3) Har dette studiet påvirket din undervisning? Ja/Nei/Vet ikke
- 4) Opplever du at dette studiet har påvirket dine elevers utbytte? Ja/Nei/Vet ikke
- 5) Hvor ofte har du brukt undervisningsverktøyene listet opp her, etter EVU? (Aldri, en gang etter studiet, en gang i semesteret, gjennomgående)  
Teaching for Understanding / Thinking moves / Verktøy for feltarbeid / Verktøy for rollespill / Verktøy for oppdrag
- 6) Opplever du at dit bruk av verktøyene har påvirket dine elevers utbytte? Ja/Nei/Vet ikke
- 7) I mailen har vi beskrevet modulene. Har du noen råd om forbedringer når det gjelder organisering og/eller innhold?
- 8) Vi skal presentere dette studiet for andre som skal utvikle videreutdanningsstudier for realfagslærere i VGS. Hva tenker du er viktig at de legger vekt på i slike videreutdanningstilbud?



# Aktiviserende læringsformer

Møterom 1

## Torsdag 30 mars

*Sesjonsansvarlig: Inger Christin Borge, UiO*

14.00-14.35

**Økt forståelse gjennom forpliktende samarbeidende arbeidsformer i reell analys**

Lefdal, Naaslund

14.45-15.20

**Fra lærerstyrt undervisning til bruk av aktiviserende og varierte læringsformer**

Jakobsen, Waldenstrøm

*Sesjonsansvarlig: Solve Sæbø, NMBU*

15.50-16.25

**Intellectual development through transformative learning – The potential of undergraduate research and complex challenges**

Wallin

16.35-17.10

**Hvordan motivere fysikkstudenter til å jobbe mer og lære mer - frivillig?**

Hansen

## Fredag 31 mars

*Sesjonsansvarlig: Jo Døhl, UiO*

11.00-11.35

**Revealing preconceptions in first year chemistry courses**

Mathisen, Ali, Lein

11.40-12.15

**Development of teaching-modules in computational Mathematics and STACK in cooperation with students**

Brekke, Duranovic, Jevne, Sangwin

12.20-12.55

**Utnytter vi potensialet for læring og personlig utvikling i feltundervisning?**

Eidesen, Vader, Søreide



# Økt forståelse gjennom forpliktende samarbeidende arbeidsformer i reell analyse

H.E. Lefdal, M. Naalsund,

*Fakultet for realfag og teknologi, Norges miljø og biovitenskapelige universitet (NMBU)*

**ABSTRACT:** I denne artikkelen drøftes student erfaring med å endre arbeidsformene i matematikk, fra i hovedsak individuelt perspektiv på læring til et mer samarbeidende perspektiv på læring på universitetsnivå. Emnet som vi valgte å prøve ut de nye arbeidsformene i var reell analyse. Begrunnelsen for å velge emnet reell analyse er at matematikken i dette emnet krever mer enn å beregne (kalkulere) seg frem til svar, det kreves en matematisk bevisførsel og analyser for å mestre faget. Vi har med utgangspunkt i sosiokulturell læringsteori, endre øvingsarbeidet. Studentene må i forsøket selv ukentlig forberede og gjennomføre en individuell oppgaveløsning hver på tavlen i smågrupper, der oppgavebesvarelsene blir drøftet og vurdert av medstudenter (gjensidig peer-læring) og øvingslærer. Problemstillingen er a) hvilke erfaringer fremhever studentene fra det å selv presentere på tavlen, drøfte og vurdere oppgaver i reell analyse sammen med medstudenter og øvingslærer ukentlig? b) Erfarte studentene noe fra forsøket, som de mente bidro til at de lærte reell analyse bedre enn om de hadde arbeidet kun individuelt? Vårt case-studium viser at studentene mener at peer-læring og mer formativ vurderingsformer i øvingene (vurdering for og som læring) har vært et positivt tiltak for å variere læringsformene hos studentene i reell analyse. Studentene erfarer de er mer motivert og nøyaktig når de selv må presentere på tavlen og gi tilbakemelding til medstudenter regelmessig. Studentene opplever at de blir mer strukturerte og de blir mer erfarne i det å presentere, drøfte og vurdere matematiske problemstillinger både muntlig og skriftlig.

**Nøkkelord:** Vurdering, peer-læring, matematikk, reell analyse, universitetspedagogikk

## 1 INNLEDNING

I matematikk inngår ofte obligatoriske innleveringer og øvinger i de fleste emner. Hvordan disse øvingene og obligatoriske innleveringer er organisert og gjennomført er selvsagt varierende, men de har alle vært innført mer eller mindre etter et bevisst læringsteoretisk perspektiv eller som en tradisjon i faget (Hart, 1999). Øvingene og de obligatoriske innleveringene sikrer at studentene systematisk får arbeidet med de sentrale temaene i emnet regelmessig før studenten kan gå opp til eksamen. Formålet med øvingene og obligatoriske innleveringer er å motivere og stimulere til økt egeninnsats i semesteret (Rønning, 2015). I denne artikkelen presenterer vi et prosjekt ved NMBU, der vi har endret de tradisjonelle individuelle læringsformene i emnet reell analyse til også å inkludere et mer forpliktende ukentlig øvingsarbeid i smågrupper. Vi ønsket med små grep å utvikle de tradisjonelle undervisnings- og læringsformene i emnet i reell analyse. Studentene fikk øvelse i systematisk å snakke, skrive, regne, presentere, reflektere og vurdere egen og andres læring i reell analyse i øvingsarbeidet. Målet med studien var å organisatorisk endre studentenes læringsform med vekt på hvordan vurdering kan støtte studentens læringsprosess, mer enn vurdering av læring gjennom individuelle obligatoriske øvinger med innlevering (Gibbs & Simpson, 2004-5). Vurdering for og som læring skiller seg fra vurdering av læring som har som formål å bedømme eller rangere prestasjoner. Vurdering for læring vektlegger en kriteriebasert og åpen læring- og vurderingsprosess, som fremmer motivasjon og mestring (måloppnåelse). Vurdering for læring er definert som “... *the process of seeking and interpreting evidence for use by learners and their teachers to decide where the learners are in their learning, where they need to go and how best to get there.*” (Black, m.fl, 2002). Mens vurdering som læring vektlegger at studentene selv skal reflektere og styre sin egen progresjon og utvikling av fremtidige læringsmål (Earl, 2003).

Det var 21 studenter som tok emnet reell analyse høsten 2015, så vi valgte et kvalitativt case studium for å ser nærmere på hvilke erfaringer studentene fikk med den nye øvingsformen. Vi har følgende problemstilling som vi ønsker å få belyst gjennom forsøket: a) Hvilke erfaringer fremhever studentene

fra det å selv presentere på tavlen, drøfte og vurdere oppgaver i reell analyse sammen med medstudenter og øvingslærer ukentlig? b) Erfarte studentene noe fra forsøket, som de mente bidro til at de lærte reell analyse bedre enn om de hadde arbeidet kun individuelt? Gjennom disse spørsmålene ønsker vi å få kvalitativ innblikk i hvordan studentene, i et mer krevende matematikkemne, erfarte endringene i læringsform fra i hovedsak ut fra et individuelt perspektiv på læring til et mer samarbeidende perspektiv på læring.

## **2 KONTEKST**

Forsøket som er blitt prøvd ut er gjort i emnet Reell analyse, 10 studiepoeng ett emne på bachelorgradsnivå, 2. evt. 3. studieår. Reell analyse er sett på for å være et krevende emne og et «modningsemne». Emnet blir gjennomført av studenter på ulike studieprogram (Teknologi og Lektorutdanning).

Før forsøket besto emnet av følgende formelle aktiviteter i semesteret: 4 timers forelesning i uka, 5 obligatoriske innleveringer, seminarer bestående av regnegjennomgang av øvingslærer på tavlen med individuelt arbeid blant studentene hvor øvingslærer gikk rundt og veiledet dem individuelt.

Organiseringen av den formell aktivitetene for studentene var basert på et tradisjonelt individualistisk læringsperspektiver i matematikk, og kan omtalt som et konstruktivistisk læringsteoretisk perspektiv (Skorpen & Opsvik). Studentene arbeider individuelt med obligatoriske innleveringer og får «påfyll» av kunnskap gjennom forelesninger og gjennomgang av øvinger på tavlen av emneansvarlig og øvingslærer. Veiledning av øvinger er individuell og de 5 obligatoriske innleveringene bli vurdert gjennom semester. Emneansvarlig og øvingslærer tilrettelegg for at enkeltstudenter kan tilegne seg kunnskapen, gjennom kunnskapsenheter (øvinger) som er delt opp og formidlet og løst gjennom semesteret. De obligatoriske innleveringene blir vurdert til godkjent. Til slutt blir studentenes kunnskap vurdert og rangert med karakter enten via en muntlig eksamen (15 studenter eller mindre) eller en skriftlig eksamen (16 studenter eller mer).

### **2.1 Forsøket**

Etter en gjennomgang av de formelle undervisningsaktivitetene med emneansvarlige matematikere, ble følgende aktiviteter avtalt gjennomført gjennomgående for hele emnet. Forelesningene ble gitt som tidligere 4 timer i uken i semesteret, antall obligatoriske øvinger som tidligere 5, og øvingene ble betydelig endret. Øvingene ble endret slik at det ikke var øvingslærer som presenterte oppgavene og veiledet studentene individuelt. Isteden organiserte vi øvingene ved at studentene fikk en uke til å forberede seg til en individuell presentasjon av en valgt problemstilling og forslag til løsning på tavla. Forarbeidet til presentasjonen ble støttet ved at studentene ble oppfordret til å arbeide med oppgavene i smågrupper der vi booket kollokvierom for studentene til faste tider. Oppgavepresentasjonen skulle leveres til øvingslærer kvelden før den ble gjennomgått på tavlen. Etter at hver studentpresentasjon på tavlen, drøftet medstudenter i gruppen og øvingslærer oppgaven som var gjennomgått. I gjennomsnitt ble det brukt mellom 10 til 15 minutter per student til gjennomgang, drøfting og tilbakemelding på oppgavene. I løpet av 1 time var 4 til 5 oppgaver presentert, drøftet og vurdert.

## **3 METODE**

Det var 21 studentene som var meldt opp i reell analyse det semesteret forsøket ble gjennomført. Studentene valgte frivillig å delta i forsøket og i fokusgruppeintervjuet. Det meldte seg 9 studenter. Studentene som meldte seg var summativt komfortable nok til å bli filmet, delta i medstudentvurdering og presentere oppgaver med bevis på tavlen. I så måte kan vi beskrive studentene som trygge og utadvendte nok til å delta i et slik forsøk. Dataene som ble samlet inn besto av videoopptak av hver øvingsgruppe å 3 ganger i løpet av semesteret. Skriftlige spørsmål til studentene (midtveis i forsøket) som ble sendt og svar via e-post, og avsluttende fokusgruppeintervju med 5 frivillige studenter som deltok i forsøket. Svarene fra tre av disse studentene ble valgt ut når dataene skulle analyseres, da disse studentene var verbalt sterke studenter som kunne beskrive godt sin egen og andres deltakelse i prosjektet og bidra med refleksjoner over egen og andres læringsprosess. Alle studentene har gitt sin tillatelse til å bruke tekster, videoer og e-poster i forskningsøyemed.

Som et overordnet forskningstilnærming har vi valgt å benytte oss av abduksjon (Alvesson & Skjoldberg, 2009) som forskningstilnærming. Abduksjon som forskningstilnærming inkluderer både en teoretisk styrt analyse (deduktiv strategibasert analyse på teorigrunlaget av forsøket i lys av

vurdering for og som læring og koder basert på disse) og 2) en empirisk styrt analyse (induktiv strategibasert analyse på hva studenten selv svarte som grunnlag for koder) fra videoer, studentens responser på skriftlige spørsmål og avsluttende fokusgruppeintervju. Teorier om vurdering for og som læring er altså en forutsetning for å analysere og vurdere dataene som er samlet inn, og vise versa (Nilssen, 2012; Alvesson. & Sköldberg, 2009; Yin, 2014). Designet for dette prosjekt kan best beskrives som et kvalitativt case studium (Yin, 2010). Alt materiale vi har samlet inn er blitt lagt inn digitalt i dataprogrammet NVivo. NVivo er et dataverktøy for å kode, kategoriser, analysere og visualisere kvalitative data<sup>1</sup>. Forskningsspørsmålene vi har stilt er kvalitative, der vi søker å analysere hva studentene erfarte fra forsøket. Denne forskningstilnærmingen har klare svakheter da dataene er basert på selvrappotering av egenopplevd læring og erfaring i forsøket fra studentene. I dette forsøket har vi vært ute etter de kvalitative trekkene, eller manglene på dem, som studentene har erfart.

#### 4 RESULTAT OG REFLEKSJON

De 9 studentene som deltok i forsøket hadde liten eller ingen erfaring med gruppearbeid i matematikk. Det at studentene selv aktivt brukte tavla i matematikkundervisningen og utøve medstudentvurdering hadde de heller ikke erfart. Erfaringene de hadde, og tradisjonen de er utdannet i, er basert på å arbeide individuelt med oppgaver og problemløsning i matematikk. Dette er den dominerende læringsformen. Det var ingen av studentene som rapporterte at de hadde benyttet seg av tilbud om å forberede presentasjon av oppgaven, som skulle gjennomgås på tavlen, sammen.

##### 4.1 Erfaringer med oppgaveløsning

Mogens Niss (2007) har understreket at oppgaveløsninger i matematikken, som krever begrunnelse av påstander, er et fortreffelig middel for å få innsikt i de logisk-systemiske trekk i matematikkens teoretiske byggverk. Niss (2007) understreker samtidig at problemløsningskompetanse kun er en av mange kompetanser som er viktig for å lære matematikk i dybden. Emnet reell analyse består av en matematikk som krever mer enn å beregne (kalkulere) seg frem til svar. Det kreves en matematisk bevisførsel og analyser for å mestre faget. I forsøket med nye læringsformer i øvingene ønsket vi å utvikle matematiske kompetanser hos studentene (Niss, 2007), som krever en dybdelæring av grunnlaget for matematikken. Begrepet overflate- og dybdelæring er overordnede pedagogiske begreper, der vi kort kan si at overflatelæring hos studenter *“largely rely on memorizing as their mode of learning, and do not seem to be interested in gaining the deeper meaning of a text or an exercise.”* Gynnild mfl. (2007, s). I reell analyse vil ikke en overflatelæring fungere, da denne matematikken ikke lar seg forklare eller bevise gjennom en slik tilnærming. Det som må utvikles er definert om

dybdelæring dvs. *«studenter som gjennom ulike læringsaktiviteter aktivt reflekterer over faget de studerer, og diskuterer med undervisere og medstudenter, når de mer avanserte forståelsesnivåene og utvikler evne til analytisk problemløsning og kritisk tenkning»* (St. melding 16, 2017, s. 44).

##### 4.2 Presentasjon på tavle med påfølgende drøfting og medstudentvurdering

I forsøket endret vi øvingene med inspirasjon fra forskning og erfaring på læring av matematikk fra et sosiokulturelt læringsperspektiv. Læringen skapes gjennom kommunikasjon og sosiale prosesser, som skjer i fysiske og sosiale kontekster, der språket (muntlig og skriftlig) er redskapen vi har som medierer (Knain, 2015; Skorpen & Opsvik, 2010; Sfard, 2008).

En student uttrykte seg slik:

*«Presentasjon på tavlen er en slags hybrid av å skrive – tenke – regne. Det er bra for da kan jeg få frem tankene mine mens jeg skriver og forklarer. Det er bra! Når jeg skal svare kun på oppgaver skriftlig så kommer ikke alltid tankene mine frem – det jeg faktisk sitter inne med. Men det har vært lette oppgaver til nå.»* Sitat student D

Samtlige studenter uttrykte at det å presentere problemstillinger, oppgaver og bevis og løsninger på tavlen var motiverende, følgende uttalelse er dekkende for en slik erfaring:

*Også på den seminarmodellen, så får man øvelse i å snakke blant folk, i en klasseroms setting. Få andre kurs har det. ... Jeg er veldig glad i å diskutere når jeg først setter meg fast, og dette kurset har*

<sup>1</sup> <http://www.qsrinternational.com/blog/What-is-Qualitative-Research>, desember, 2015.

*oppfordra veldig til det... Det har vært gøy egentlig, å jobbe med matte i grupper. Faktisk!»* Sitat student A.

Det å presentere matematikk på tavla for andre (medstudenter og øvingslærer) er prestasjons- og mestringsfremmende og ble beskrevet slik av en student:

*«Og så tenker jeg kanskje det at når du da skal stå foran å presentere dette her, så har du ikke lyst til å presentere noe dritt. Du har lyst til å gjøre det litt skikkelig, og... jeg tror ikke jeg hadde hatt den tanken om det, at man må liksom passe på å gjøre det forståelig og gjøre det riktig da og velgjort. Hvis jeg ikke skulle presentere det for noen, jeg tror ikke jeg hadde tenkt like nøye gjennom det og vært like påpasselig med formuleringene mine og med løsningen min, hvis jeg ikke skulle presentert det.»* Sitat student C.

Studenten uttrykker at presentasjonen på tavlen bidro til økt nøyaktighet. Et sentralt mål med forsøket med øvingene var å få studentene til å drøfte oppgavene etter at de var presentert på tavla. En av studentene uttrykte følgende rundt det å drøfte og få tilbakemeldinger fra medstudenter på en løsning:

*«Ja, det dukket jo opp noen ganger når vi hadde disse framføringene.. så var det noen som sa at jeg har løst dette på en annen måte, og så gjorde vi det på begge måter og så så vi at det fungerer på begge måter. Jeg jobbet jo også sammen med en i klassen og vi endte opp i en diskusjon... og det viste seg at jeg hadde feil da, men det var en heftig diskusjon om. Sitat student B.*

Det at studentene møter andre fremgangsmåter og bevis, er viktig både i det å lære at man kan ta feil, samtidig er det minst like viktig for studentene å få erfart å argumentere matematikkfaglig i en debatt. Videre erfarte de at oppgavene kunne løses på flere måter.

### 4.3 Vurdering som læring

Flere av studentene beskrev at det å møte ukjentlig i øvingsgruppene gav en bedre selvforståelse i forhold til faglig utvikling og progresjon i faget. I vurdering som læring er selvvurdering av egen læring sentralt, det bidrar til en sterkere grad av selvstyring og forståelse av egen læringsprosess, slik som denne uttalelsen tilsier;

*«..., i begynnelsen av emnet er det fort gjort å tenke «forstår jeg ikke dette, er det bare jeg som ikke forstår det her?» Men det viste seg at det var det jo ikke da. Det var veldig nytt for alle å drive bevisføring da, og akkurat på det så merket man veldig stor framgang i løpet av semesteret. Både på meg selv og på det andre framførte, at man gikk litt mer fra det det å vise til å be-vise (...) Så det var jo litt samlende da, sånn sett». Sitat student A.*

Alle studentene responderte positivt på at forsøket hadde bidratt til at de lærte reell analyse mer variert og med mer studentaktiv læringsformer, enn kun gjennom individuelt arbeid. Alle studentene forberedte øvelsene mer eller mindre individuelt, men det å presentere dem, få og gi tilbakemelding, gav mer struktur, motivasjon og mestring. En av studentene uttrykte følgende om forskjellen mellom tidligere kurs i matematikk og dybdelæring måte til for å forstå reell analyse:

*«Jeg synes det på en måte er den største forskjellen mellom det kurset her og andre kurs. At her er det bare fokus på utledninger og bevis. Og da må man sette seg inn i hvordan det fungerer. Mens tidligere så har man kanskje skippet litt på den biten hvis man har hatt dårlig tid, eller ikke fullt så god tid som kan kanskje skulle tenkt seg... så er det det som stort sett har blitt valgt bort. Mens her, så måtte man bare... lære det.»* Sitat student A

## 5 OPPSUMMERING

Gynnild m.fl.(2005) understreker at studentene har ulike motivasjon og behovet for støtte etter forelesninger:

*“Students apparently have different intentions, but when they are doing mathematics, they are also in a process of being engaged in and developing a practice. A major challenge for academic staff is to contribute to communities of practice that are conducive to high quality learning. Putting high demands on students without providing appropriate support is likely to promote practices that are not conducive to in-depth learning. It is the way in which students commit themselves to learning tasks outside lectures that really matters (s. 604 – 605).*

Med støtte i dette sitatet fra Gynild mener vi at i emner som reell analyse kan det med fordel utvikles læringsformer som inkluderer øvinger der studentene presenterer problemstillinger og løsninger på tavla, som blir drøftet og vurdert av medstudenter og øvingslærer. Øvinger etter denne modellen er med på å utvikle studentenes dybdelæringsstilnærming i matematikk og deres resoneringsevne. Vurdering for og som læring vektlegger en langsgående medstudentvurdering og selvvrdering av læring med mål om at studenten monitorer og regulerer sin egen læring for å få en dypere forståelse av faget (Earl, 2003). Også innfor høyere utdanning har vurdering og læring vært sentrale forskningsområder (Raaheim & Raaheim, 2002, Gibbs & Simpson, 2004, Raaheim, 2015). Tradisjonelt har det i høyere utdanning vært mest vekt på vurdering av læring, spesielt i matematikk der svar og fremgangsmåter lett kan vurderes både i oppgaveløsninger i øvinger og ved eksamen. Vurdering for og som læring er i større grad rettet mot læreprosessen, enn vurdering av læring. Vurderingen skal inngå i en konstruktiv læringsprosess slik at studentene kan lære av vurderingen, mer enn bare å få resultat eller en rangering. Tidligere har Maugesten og Lauvås (2004) gjennomførte et utviklingsarbeid i matematikk med gode resultater bestående av forbedret sluttresultat for studentene. De gode resultatene fikk studentene ved at de ble nivåddifferensiert og måtte være forberedt ved at oppgaver i matematikk ble gjensidig studentvurdert (peer assessment) i starten av hver undervisningstime. I vårt forsøk utvikler vi studentaktive øvinger der studentene gav hverandre tilbakemeldinger og innspill på hvordan de forstår, begrunnet og beviste oppgavene (peer læring), samtidig som en øvingslærer kvalitetssikret prosessen og svarene, og guidet studentene i det å forstå reell analyse. Studentene skal både lære og bidra til at andre studenter lærer i gjennomgang av øvingene. Boud, Cohen & Sampson (2001) omtaler dette som *Persiprocal peer Learning* (Gjensidig hverandre læring). Leahy, Thompson & Wiliam (2005) understreket at peer læring først og fremst skal vektlegge forbedring av læring. I vårt forsøk uttrykker studentene at de får mer studentaktive læringsformer gjennom gjensidig samarbeidende arbeidsformer i reell analyse.

I PISA 2015 viser resultatene i matematikk at japanske elever presterte høyest i matematikk blant de nasjonene som er med i undersøkelsene (Kjærnsli & Jensen, 2016). Fra skolebasert forskning i Japan Takahashi, A. 2006, beskrives hvordan japanske elever eksplisitt i plenum med tavlebruk diskuterer ulike begrunnelser for problemløsning. Studenter og lærere bruker tavla aktivt både til å sammenligne, diskutere ideer som studenter og lærere presenterer.

Vurdering for og som læring bestående av gjensidig peer læring er i tråd med NOKUTs notat til Studentundersøkelsen 2016, (Bakken, Damen og Hauge, 2016), som anbefaler at universitets- og høyskolene blant annet bør arbeide for at det gis oppgaver underveis i semesteret med konstruktiv tilbakemelding, slik at studentene jobber jevnere og mer målrettet. Vider fremhever de at institusjonene kan bruke mer studentaktive undervisningsformer for øke engasjement og læring. NOKUTs Underviserundersøkelse 2016 indikerer imidlertid at vitenskapelig ansatte i størst grad bruker lærersentrert undervisning (Gerhard Y., Amundsen, M. – L. D., Haakstad, J. & Karlsen, H. J., 2017). En god start for utvikling av studentaktive læringsformer er å se nærmere på øvingene som studentene tilbys og de obligatoriske innleveringene de blir pålagt.

## LITTERATUR

Alvesson, M. & Sköldberg, K. (2009). *Reflexive Methodology*. Sage.

Bakken, P., Damen, M.- L. & Hauge, M. S. (2016), Rom for mer læring? Nokuts notater, se <http://www.nokut.no/NOKUT-notat/Rom-for-mer-laring>

Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B, William, D. (2002). 'Working inside the Black Box - Assessment for Learning in the Classroom'. *Phi Delta Kappan* Vol. 86, No. 1, s. 9-21

Boud, D., Cohen, R. & Sampson, J. (2001) *Peer learning in higher education*. Stylus Publishing Inc.

Earl, L.M (2003) *Assessment as learning*. Corwin Press, INC.

Gibbs, G & Simpson, C. (2004-05) *Conditions Under Which Assessment Supports Students' Learning*. *Learning and Teaching in Higher Education*, No. 1

Gerhard Y., Amundsen, M. – L- D., Haakstad, J. & Karlsen, H. J. (2017) *Underviserundersøkelsen*

2016, Rappnr. 2017-1, ISSN-nr. 1892-1604

Gynnild, V. Holstad, A. and Myrhaug, D. (2007) Teaching as Coaching: A case study of awareness and learning in engineering education. *International Journal of Science Education*, Vol. 29, No.1, s 1- 17.

Gynnild, V., Yssedal, J. & Lorentzen, L. (2005) Approaches to study and the quality of learning. Some empirical evidence from engineering education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, No. 3, s. 587–607.

Knain, E. (2015). *Scientific Literacy for Participation*. The Netherlands. Sense Publishers.

Leahy, S., Lyon, C., Thompson, M. & Wiliam, D.(2005) *Classroom Assessment: Minute by Minute, Day by Day. Assessment to Promote Learning*, Vol. 63, s 19-24

Maugesten, M. & Lauvås, P. (2004) Bedre læring av matematikk ved enkle midler? Rapport fra et utviklingsprosjekt – HiØ. No. 6.

Nilssen, V. (2012). *Analyse i kvalitative studier*. Norge. Universitetsforlaget AS

Niss, M (2007) Opgavediskursen i matematikundervisningen, MONA, No. 1.

Raaheim, A. (2015) *Eksamensrevolusjonen. Råd og tips om eksamen og alternative vurderingsformer*. Gyldendal Akademisk (ISBN 978-82-05-49081-9)

Raaheim, A. og Raaheim, K. (2002) *Eksamen - en akademisk hodepine. En håndbok for studenter og lærere*. Bergen: Sigma Forlag AS 2002 (ISBN 82-7916-015-9)

Rønning, F. (2015) *Innovativ utdanning i matematikk*. Uniped, Vol. 38, No. 4 s, 319 – 326.

Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating: Human development, the growth of discourses, and mathematizing*. (pp. xiii - xix) Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Skorpen, L. B. & Opsvik, F. (2010) Lærer som kontrollør versus tilrettelegger i matematikundervisning. *Norsk pedagogisk tidsskrift*. Vol. 94, No. 3, s. 219 – 230.

St.Melding 16 (2016 - 2017) *Kultur for kvalitet i høyere utdanning*. Det Kongelige Kunnskapsdepartement.

Takahashi, A. 2006, *Characteristics of Japanese Mathematics lessons*, se [http://www.cried.tsukuba.ac.jp/math/sympo\\_2006/takahashi.pdf](http://www.cried.tsukuba.ac.jp/math/sympo_2006/takahashi.pdf)

Yin, R. (2014). *Case Study Research*. Sage



# Fra lærerstyrt undervisning til varierte læringsformer

A. N. Jakobsen og L. Waldenstrøm,  
*Institutt for bioteknologi og matvitenskap, Norges Teknisk-naturvitenskaplige universitet  
(NTNU)*

**ABSTRACT:** Høsten 2015 ble emnet produktutvikling ved bachelorstudiet i matteknologi ved NTNU lagt om fra å være et lærerstyrt teoretisk emne til å bli et emne som bruker aktiviserende og varierte læringsformer, samt hyppige tilbakemeldinger fra lærere og medstudenter. Emnet fikk tittelen «Produktutvikling og sensorisk analyse - brygging av håndverksøl». Målet var å oppnå mer motiverte studenter. Det ble undersøkt om omleggingen bedret studentenes akademiske prestasjoner. Bakgrunnen for omleggingen var også basert på studentenes forventninger om en praktisk tilnærming til produktutvikling som var avdekket gjennom emneevalueringer. Undervisningsopplegget har elementer fra ulike didaktiske konsept; både problembasert læring, casemetoden, prosjektarbeid, forelesninger og medvirkning fra industrien. Studentene har flere muntlige presentasjoner underveis i prosessen. Ølbrygging ble valgt som case fordi bryggeprosessen er tverrfaglig og krever at studentene bruker kunnskap ervervet i flere andre emner. Ølbrygging er «inn i tiden» og kan av den grunn virke ekstra motiverende. Tilbakemeldingene fra studentene så langt er at de blir mer engasjert og det praktiske arbeidet er appellerende og lærerrikt. Mange av studentene hadde negative opplevelser knyttet til de muntlige fremføringene på forhånd, men endret mening etter gjennomføring. Studentene opplevde de direkte tilbakemeldingene som spesielt positivt. Lærerne observerte stort studentengasjement, men også en del frustrasjon underveis, spesielt i fasen med rapportskrivning. Erfaringene tyder også på at studentene bør lære mer om gruppearbeid og hvordan konflikter i grupper skal håndteres. De akademiske prestasjonene for de to kullene som har gjennomført emnet med studentaktivt undervisningsopplegg var signifikant bedre enn for de to forhenværende kullene.

## 1 INNLEDNING

Kvalitetsreformen (ST.meld. nr. 27, 2000-2001) i høyere utdanning ble lansert i 2003 med et ønske om å bedre undervisningskvaliteten i sektoren. Reformen uttrykte et behov for å bevege seg i retning av et mer konstruktivistisk og sosiokulturelt læringssyn med fokus på studentaktive læringsformer og behov for et læringsfelleskap. Utdanningsinstitusjonene ble bedt om å følge opp studentene tettere gjennom bedre veiledning og bruk av formative evalueringsmetoder på bekostning av tradisjonelle skriftlige eksamener. Betydningen av hyppige tilbakemeldinger og fokus på individuell oppfølging ble vektlagt. Ønske om en mer aktiv studentrolle støttes av pedagogisk forskning (Cazan, 2007) og mange studier viser at systematiske og gode tilbakemeldinger er viktig for at studentene skal opprettholde motivasjon, fremdrift og forbedring i sitt arbeid (Cazan, 2007; Hattie og Timperley 2007).

I en studie av studiekvalitet ved amerikanske universiteter sammenfattet Chickering and Gamson (1987) sju generelle prinsipper for god undervisningspraksis. Ett av prinsippene er «Good practice in undergraduate education gives prompt feedback». Rask tilbakemelding trekkes altså fram som viktig for god undervisning. Hattie og Timperley (2007) fremhever at tilbakemeldinger er en av de faktorene som i sterkeste grad påvirker læring, og type tilbakemelding og hvordan den blir gitt er avgjørende. Effektive tilbakemeldinger må besvare tre viktige spørsmål: Hva er målet? Hvordan er progresjonen? Og hvilke aktiviteter må iverksettes? Dersom studentene må benytte tilbakemeldingene de får vil det gi størst læringseffekt. Det er mange måter tilbakemeldinger kan gis på og tilbakemelding fra medstudenter kan ha kvaliteter som det er vanskelig å få frem ved tilbakemeldinger fra lærer. Eksempelvis hvis to studentgrupper skal løse en identisk oppgave, vil det å få innsikt i hvordan medstudenter løser samme problem ved å vurdere hverandres løsninger gi en helt annen øvelse i kritisk tenkning enn om tilbakemeldingen kommer fra en lærer (Topping K, 1998, omtalt i Haugan og Lysebo, 2015). Evaluering av kvalitetsreformen har påpekt at norske universiteter og høyskoler fortsatt bruker avsluttende eksamener som den viktigste evalueringskilden av studenter (Michelsen og Aamodt,

2007). Videre viser NOKUTs analyser av Studiebarometeret for perioden 2013-2015 at studentene er mindre fornøyde med tilbakemelding og oppfølging fra faglig ansatte enn nesten alle de andre spørsmålene de svarer på (Hamberg et al., 2016)

Innen bachelorutdanning i matteknologi ved NTNU er det de siste årene forsøkt å øke omfanget av studentaktive læringsformer. Et eksempel på dette er innføring av et epidemiologisk spill i etterforskning av matbårende utbrudd i emnet Mattrygghet og kvalitetsstyring. Det samme emnet benytter også omvendt hospitering, hvor en representant fra mattilsynet gjennomfører deler av undervisningen ved å diskutere reelle case fra matbårne utbrudd (Karlsen et al., 2015). Inntil høsten 2015 var emnet produktutvikling designet på nokså tradisjonelt vis. Emnet bestod av timeplanlagte forelesninger og en semesteroppgave. Sluttvurderingen var basert på semesteroppgaven og en skriftlig eksamen. Lærerne observerte relativt lite engasjement for noe som burde være spennende og relevant. Studentevalueringer av undervisningen i emnet (svarprosent på 91%) avdekket at studentene ønsket mindre bruk av PowerPoint-presentasjoner og økt bruk av en studentaktiv og praktisk tilnærming til produktutvikling. Studentevalueringen avdekket videre lav egeninnsats av studentene i emnet og de som ikke deltok i undervisningen oppga som grunn at de synes de kunne lese presentasjonene selv da de var tilgjengelig elektronisk på læringsplattformen. Motivasjonen for å legge om undervisningen var altså forankret i både studentenes forventning om en mer studentaktiv rolle og lærernes ønske om mer selvregulerte og motiverte studenter. Lærerne ønsket større studentengasjementet i undervisningsrommet og ville samtidig trene studentene i å presentere og diskutere faglige problemstillinger. Forskning tyder på at studentene kan læres til å bli mer selvregulert (Zimmerman, 2002).

Vi ønsket svar på to spørsmål:

1. Kan studentaktive læringsformer kombinert med hyppige tilbakemeldinger fra veiledere og medstudenter bidra til mer motiverte studenter i produktutvikling på bachelornivå?
2. Kan bruk av studentaktive læringsformer kombinert med hyppige tilbakemeldinger bidra til bedre akademiske prestasjoner enn tradisjonelle forelesninger i produktutvikling på bachelornivå?

## **2 BESKRIVELSE AV UNDERVISNINGSSOPPLEGG**

Emnet introduseres med to intensive dager bestående av forelesninger, film om relevant teori, gjesteforelesninger fra industrien og sensoriske vurdering av øl. Etter oppstartsdagene velger studentene grupper og produktutviklingsoppgave med øl som case. Gruppene skal i løpet av en ukes tid presenterer minimum to konkrete løsninger på casen muntlig for medstudenter og lærere. For å komme med løsninger må de selvstendig tilegne seg en del teori. Diskusjon rundt løsningene foregår i plenum rett etter hver enkelt presentasjon. To og to grupper har samme case. Dette gir gruppene innsikt i hvordan medstudenter tenker rundt samme case, det gir trening i kritisk tenking og øker sannsynligvis motivasjonen til å bidra i diskusjonen.

Basert på tilbakemeldingene i plenum og samtale med lærer, samt besøk hos lokale bryggerier og andre fagpersoner, utarbeider gruppen en endelig løsning på casen. Deretter gjennomfører de en praktisk selvstendig ølbrygging og en sensorisk analyse av ferdig produkt for å kontrollere måloppnåelse. Kunnskap om sensoriske analyser har studentene fra tidligere, men her må den kunnskapen anvendes på en ny måte. Endelige resultater og en selvevaluering av prosjektet presenteres igjen muntlig med direkte tilbakemeldinger fra lærere og medstudenter før alt samles i en semesteroppgave som er endelig vurderingsform. Dette gir gruppene mulighet til å benytte tilbakemeldingene direkte i oppgaveskrivingen.

## **3 DATAINNSAMLING**

Resultatene som presenteres er basert på data fra fire ulike kilder: Den første kilden er studentenes evalueringer av emnet før implementering av nytt undervisningsopplegg. Evalueringen er basert på et spørreskjema som ble distribuert til alle studentene digitalt med svarprosent på 91%.

Den andre kilden er data fra studentevaluering basert på referansegruppemetodikk (NTNU u.å.) gjennomført etter implementering av nytt emnedesign. Referansegruppene har løpende dialog (minimum tre møter) med emneansvarlig gjennom semesteret og utformer en referansegrupperapport etter semesterslutt der blant annet forslag til forbedringer skal med. Den tredje kilden er et

spørreskjema om motivasjon som ble utarbeidet og sendt elektronisk til alle studenter som tok emnet i 2016. Den fjerde kilden er karaktereroppnåelse i emnet før (kull 2013 og 2014) og etter (kull 2015-2016) omlegging av undervisningen. Karakterene de samme kullene oppnådde i et emne i mikrobiologi ble benyttet som sammenligningsgrunnlag for å ta høyde for variasjoner i akademiske prestasjoner mellom kullene. For å kunne sammenligne eksamensresultater mellom emner og kull, ble eksamenskarakterene konvertert til tall på følgende måte: A=6, B=5, C=4, D=3, E=2 og F=1.

## 4 RESULTATER

### 4.1 Tilbakemelding fra referansegrupper

Tilbakemeldingene fra referansegruppene etter implementering av studentaktivt undervisningsopplegg var generelt positive. Studentene omtalte emnet som gøy, engasjerende og fant det praktiske arbeidet appellerende. De oppga at læringsutbyttet var stort og at de fikk et godt innblikk i hele produktutviklingsprosessen ved å jobbe på denne måten. De fant det uvant, men lærerikt, med så stor grad av selvstendighet både i det praktiske og det teoretiske arbeidet. Studentene opplevde de direkte tilbakemeldingene som spesielt positivt.

Det kom frem at mange studenter hadde hatt negative opplevelser knyttet til de muntlige fremføringene på forhånd, men at de fleste oppga det som en positiv og lærerik aktivitet i etterkant. Referansegruppene trakk frem behovet for å lære mer om hvordan gruppearbeid organiseres og spesielt om konflikthåndtering.

### 4.2 Studentmotivasjon

Studentenes indre motivasjon påvirkes av tanker og følelser. For å undersøke dette hos studentene etter implementering av det studentaktive undervisningsopplegget ble de bedt om å kategorisere tanker og følelser de hadde hatt knyttet til emnet gjennom semesteret. Resultatene er gitt i *Tabell 1*.

Tanker og følelser gjennom semesteret	Andel (%)*
Gøy	36,8
Frustrerende	36,8
Spennende	52,6
Skulle ha forberedt oss bedre	26,0
Interessant	78,0
Savnet veiledning	10,5
Utfordrende å måtte sette seg inn i nytt stoff og gjøre alt selv	47,4
Følelse av selvstendighet	63,2
Engasjerende	36,8
Kjedelig	0,0

*Tabell 1. Tanker og følelser som studentene oppgir som beskrivende gjennom semesteret i det studentaktive undervisningsopplegget i produktutvikling.*

\*Tallet angir prosentvis antall studenter som har krysset av på det enkelte alternativet. Studentene ble bedt om å krysse av minimum 3, maksimum 4 alternativer. Fritekst med ytterligere kommentarer var mulig.

*Tabell 1* viser at de dominerende tankene og følelsene i studentgruppen knyttet til emnet var: interessant (78%), spennende (52,6%) og følelse av selvstendighet (63,2%). Ingen studenter krysset av for at emnet var kjedelig. Resultatene viser også at mange studentene syntes det var utfordrende å måtte sette seg inn i nytt stoff og gjøre alt selv (47,4%) og at de følte på frustrasjon (36,8%) i løpet av semesteret.

I den samme undersøkelsen ble studentene bedt om å evaluere sitt eget læringsutbytte i emnet på en skala fra 1 (jeg lærte ingenting) til 5 (jeg lærte svært mye). Gjennomsnittsvurderingen av læringsutbyttet var på 4,1 og 73% av studentene scoret læringsutbytte som 4 eller 5. Ingen av studentene ga læringsutbyttet score 1 eller 2.

### 4.3 Akademiske prestasjoner

Effekten av nytt undervisningsopplegg i produktutvikling ble evaluert ved å sammenligne oppnådde eksamenskarakterer i emnet for to kull før (2013-2014) og etter (2015-2016) endringen. Eksamensresultatene de samme kullene oppnådde i mikrobiologi, et emne som undervises semesteret før produktutvikling, ble benyttet for sammenligning. Eksamenskarakterene er gitt i *Tabell 2*.

	Produktutvikling Tradisjonelt 2013-2014	Produktutvikling Studentaktivt 2015-2016	Mikrobiologi 2013-2014	Mikrobiologi 2015-2016
Antall møtt til eksamen	54	72	71	88
Antall stryk	2	0	15	12
Gjennomsnittskarakter*	4,0	4,7	3,1	3,5
p-verdi**	0,0001		0,1	

Tabell 2: Karaktergjennomsnitt for emnene produktutvikling og mikrobiologi i perioden 2013-2016.

\*Gjennomsnitt er regnet av endelig karakterer for kandidatene over to år. Gjennomsnittskarakter ble beregnet ved å konvertere bokstavkarakterene slik: A=6, B=5, C=4, D=3, E=2 og F=1.

\*\*t-test two sample tailed assuming equal variance. Gjennomsnittsverdier regnes som signifikant forskjellig dersom p-verdi  $\leq$  0,05

Tabell 2 viser at de to kullene som gjennomførte produktutviklingsemnet etter omlegging av undervisningen presterte signifikant bedre enn kullene fra de to forhenværende årene. Det samme var ikke tilfellet for emnet mikrobiologi.

## 5 DISKUSJON

Motivasjon og engasjement er en avgjørende faktor for læring (Shulman 2002). For læring på universitetsnivå trekker Biggs og Tang (2007) frem at motivasjonen kan være ytre motivert, sosialt motivert, prestasjonsmotivert og/eller indre motivert. De påpeker videre at for å skape et engasjement blant studentene er det viktig å spille på alle disse faktorene. I det studentaktive emnedesignet for produktutvikling har vi forsøkt å integrere de fire formene for motivasjon. Eksempelvis har vi observert at det går litt konkurranse i å finne gode og kreative løsninger på casen som skal presenteres for klassen, på å lage det beste ølet og oppnå den beste karakteren. Dette kan handle om å oppnå annerkjennelse, vel så mye av medstudenter som hos lærere, men det kan også handle belønning, iboende trang til å prestere eller indre motivasjon i form av interesse og glede.

For å oppnå motivasjon påpeker Biggs og Tang (2007) at læringsaktiviteter må være viktig og ha verdi for studentene og studentene bør forvente suksess når de engasjerer seg. I produktutviklingsemnet forsøkte vi å legge til rette for dette. Vi observert eksempelvis stort oppmøte på bedriftsbesøk på kveldstid selv om de ikke var obligatorisk. De ulike studentpresentasjonene i løpet av semesteret ligner caseseminarene som er sentralt i casemetoden (Pettersen, 2005; Stømsø et al, 2006). På disse seminarer var to lærere til stedet og de ledet diskusjonen etter at gruppene hadde presentert sine problemstillinger. Intensjonen med å ha disse presentasjonene var flere: Skape en kultur for hyppige tilbakemeldinger, trene studentene i faglig kommunikasjon og å lære av hverandre ved se hvordan andre har løst lignende problemstillinger. Erfaringene så langt er at disse formative tilbakemeldingene både fra lærere og medstudenter motiverte gruppene. Det at to og to grupper hadde samme case som skulle diskuteres i plenum gir studentene en unik mulighet til å engasjere seg i diskusjonene siden de har jobbet med samme problemstilling selv. Siden diskusjonene gir tilbakemeldinger som direkte skal brukes videre i arbeidet opplevde studentene det som nyttig og de fikk en følelse av å «gå glipp av» nyttig informasjon dersom de ikke møtte opp. Opplegget ivaretar kvaliteten med medstudentevaluering og viktigheten av at tilbakemeldingene skal komme raskt og være til direkte nytte.

I undervisningsopplegget er det bevisst kombinert ulike undervisningsformer med et ønske om å skape engasjement. Ølbrygging ble valgt som case fordi prosessen er tverrfaglig og krever at studentene bruker kunnskap ervervet i flere andre emner. Ølbrygging er «inn i tiden» og kan av den grunn virke ekstra motiverende. Lærerne har observert at engasjementet har økt og at flere studenter er aktive. Fra litteraturen vet en at læring er kontekstavhengig (Pettersen, 2005), og for å gjøre emnet så yrkesrelevant som mulig var det et ønske om at studentene skulle måtte hente frem igjen kunnskap fra første studieår (spesielt innen sensorisk analyse) og anvende den på en ny måte. Forhåpentligvis bidrar dette til økt prosesseringsdybde og bedre læring slik at studentenes «praksissjokk» blir noe mindre når de kommer ut i jobb.

Det er kjent at det er noen kognitive flaskehalser knyttet til gruppearbeid. Den mest kjente og best dokumenterte flaskehalsen er det som kalles *vagabondering* eller *social loafing* (Pettersen, 2005) som

beskriver det faktum at enkelte personer har en tendens til å investere og bruke mindre krefter når de jobber med oppgaver i grupper, sammenlignet med arbeidsinnsatsen de nedlegger når arbeidet er individuelt. Andre individer vil ta på seg for stort ansvar og slik indirekte oppfordrer de andre til å lene seg tilbake. I et forsøk på å motvirke dette fikk studentene velge grupper selv slik at de de kunne søke seg mot andre studenter med samme ambisjonsnivå. I emneevalueringen trakk likevel studentene frem behovet for å lære hvordan man jobber i grupper og hvordan konflikter skal håndteres. Gruppearbeidet oppfattes av studentene som både motiverende, engasjerende, forpliktende og frustrerende. Studentene viste stor eierskap til prosjektet. Lærerne opplevde at det økte engasjementet kunne gå på bekostning av andre emner, eksempelvis ved at studentene prioriterte arbeidet med casen fremfor å møte opp på forelesninger i andre emner. For studentenes totale studieutbytte er slike prioriteringer ugunstig. Noen studenter viste frustrasjon over uvant frie rammer og spesielt noen av de teoretisk svakeste studentene, som ble sterkt engasjerte i det innledende arbeidet, ble frustrerte og demotiverte i skriveprosessen for å ferdigstille prosjektoppgaven.

Erfaringene så langt er at selv om det foreleses mindre i emnet enn tidligere så brukes det muligens mer ressurser. Det er arbeidskrevende å utarbeide og vurdere problemstillinger som er egnet, det skal lages avtaler med industrikontrakter for gjesteforelesning og bedriftsbesøk, og det praktiske arbeidet medfører mange spørsmål som studentene trenger veiledning til. Det er krevende for læreren at en aldri vet hvilket spørsmål som kommer. Det er flere lærere inne som skriveveiledere enn de som deltar i resten av undervisningen så dette skal administreres. Resultatene fra studentevalueringen av det studentaktive emnedesignet og de akademiske resultatene viser at omleggingen av emnet var vellykket. Både evalueringene innhentet gjennom referansegruppemetodikk og spørreundersøkelser viste at studentene fant emnet motiverende og de mente læringsutbyttet var høyt. De akademiske prestasjonene ble signifikant forbedret etter omlegging. Dette er i samsvar med en omfattende metaanalyse av Freeman et al. (2014) som fant at undervisning basert på aktive læringsformer forbedret akademiske prestasjoner hos bachelorstudenter sammenlignet med tradisjonelle forelesninger. Resultatene fra undersøkelsene i denne studien må imidlertid tolkes med varsomhet. Det er vanskelig å sammenligne karakterene oppnådd i det tradisjonelle kontra det studentaktive emnet siden vurderingsformen er endret. Karakterene til studentene før omleggingen var basert på to delvurderinger; en semesteroppgave i gruppe og en individuell skriftlig eksamen. Etter omleggingen er karakterene kun basert på semesteroppgaven som gruppen leverer sammen.

## REFERANSER

- Biggs, J. and Tang, C. (2007). *Teaching for Quality Learning at University*, 3. ed. *Open University Press*, ISBN-10 0 335 22126 2.
- Cazan, A. (2013). Teaching Self Regulated Learning Strategies for Psychology Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 78, pp.743-747 DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.04.387
- Chickering, A.W. and Gamson, Z.F. (1987). Seven principles for good practice in undergraduate education. *American Association of Higher Education Bulletin*, Vol. 39 No. 7, pp. 3–7.
- Freeman, S., Eddy, L.S., McDonough, M., Smith, M.K., Okoroafor, N., Jordt, H., Wenderoth, M.P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *PNAS*, Vol. 111, No. 23, pp. 8410-8415. DOI: 10.1073/pnas.1319030111.
- Hamberg, S., Bakken, P., Damen, M.L. (2016). Tilbakemelding og veiledning i høyere utdanning. Hva forklarer studentenes misnøye? *NOKUT*. [Tilgjengelig fra [http://www.nokut.no/Documents/NOKUT/Artikkelbibliotek/Kunnskapsbasen/Notater/2016/Hamberg\\_Bakken\\_Damen\\_Tilbakemelding\\_og\\_veiledning\\_i\\_h%C3%B8yere\\_utdanning\\_2016.pdf](http://www.nokut.no/Documents/NOKUT/Artikkelbibliotek/Kunnskapsbasen/Notater/2016/Hamberg_Bakken_Damen_Tilbakemelding_og_veiledning_i_h%C3%B8yere_utdanning_2016.pdf)]
- Hattie, J. and Timperley, H. (2007). The Power of feedback. *Review of Educational Research*. Vol. 77 No. 1, pp. 81-112 DOI: 10.3102/003465430298487
- Haugan, J. og Lysebo, M. (2015). Medstudentvurdering i matematikk og fysikk. *Uniped* Vol. 38, No. 4, pp. 327-335.
- Karlsen, H., Mehli, L., Wahl, E., Staberg, R.L. (2015). Teaching outbreak investigation to undergraduate food technologists. *British Food Journal* Vol.117, No. 2, pp. 766–778. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/BFJ-02-2014-0062>
- Michelsen, S. og Aamodt, P.O. (2007). Evaluering av Kvalitetsreformen. Sluttrapport. *Norges Forskningsråd*.
- NTNU (u.å.) Referansegrupper. [Tilgjengelig fra <http://www.ntnu.no/hf/referansegruppe>]

- Pettersen, R.C. (2005). Kvalitetslæring i høgere utdanning. Innføring i problem- og praksisbasert didaktikk. *Universitetsforlaget*. ISBN 82-15-00557-8
- St.meld. nr. 27 (2000-2001). Gjør din plikt - Krev din rett. Kvalitetsreform av høyere utdanning. *Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet*.
- Shulman, L.S. (2002). Making differences. A table of Learning. *Change: The Magazine of Higher Learning*, Vol. 34, No. 6, pp. 36–44. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00091380209605567>
- Strømsø, H., Lycke, K.H. og Lavås, P. (2006). Når læring er det viktigste. Undervisning i høyere utdanning. *Cappelen Akademiske Forlag*. ISBN 978-82-02-24988-5
- Zimmerman, B.J. (2002). Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview. *Theory Into Practice*, Vol. 41, No. 2, pp. 64-70 DOI: [10.1207/s15430421tip4102\\_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2)

# Intellectual development through transformative learning

## The potential of undergraduate research and complex challenges

P. Wallin

*Department of Education and Life-long learning, NTNU, Trondheim, Norway*  
*Engineering Education Research, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden*

**ABSTRACT:** In the present case study, I describe and evaluate the transformative learning potential of authentic research projects that students engage in a course on tissue engineering at Chalmers University of Technology. Through the use of weekly reflective diaries and interviews, I explore how students change their perspective on what learning means to them and the purpose of higher education. Based on the empirical data and scientific literature, I discuss complex challenges as one emerging and deciding factor that helps students to have transformative learning experiences. At the end, some general pointers will be provided on how educators can approach the integration of complex challenges into their own courses and settings.

### 1 INTRODUCTION

For engineering students, it is increasingly important to develop the ability to engage in *lifelong learning* to be able to adapt to constantly changing problems, contexts, and technologies in our knowledge-based society (Jonassen, Strobel, & Lee, 2006; Kenny et al., 1998). In order to help students to become lifelong learners, *student-centered* and *inductive* teaching methods have become more widely spread in engineering education during the last two decades and have been subjected to great attention in the engineering education research field (Prince & Felder, 2006). These methods include *inquiry-based learning* that place applications and real-life examples first and promote an *active learning* process that encourages the students to take a larger responsibility for their own learning compared to traditional teaching (Kuh, 2008). One particular way to implement inquiry-based learning in higher education is through *undergraduate research*, which allows students to work on authentic research problems and in close contact with doctoral students, post-doctoral fellows, and permanent faculty members (Brew, 2013; Sadler & Mckinney, 2010). Undergraduate research has traditionally been in the form of summer internships (Lopatto, 2009), but has more recently become an integral part of a range of courses at universities all over the world (Corwin, Graham, & Dolan, 2015).

In this process of inquiry and research, it is important for students to start seeing knowledge as something that they actively construct and co-constructed, and to realize that it is this process that helps them to learn (Bråten & Strømsø, 2005; Hofer & Pintrich, 2015). Advancing students way of thinking about knowledge, learning, and education are important parts of higher education (Lahtinen & Pehkonen, 2012), and teaching should be concerned about students' *intellectual development*, by facilitating students transition from teacher-centered towards student-centered learning experiences. It is important that students have the chance to become authors of their own learning and development in what Magolda (2007) calls *self-authorship*: "the internal capacity of a student to define his/her own belief system, identity, and relationships".

Students' intellectual development is coupled to what Biesta (2009) called the *socialization function of education* that helps students to become part of a sociocultural context and grow as persons. For students, it is not always easy to see this aspect of education, as neoliberal discourses have reshaped the educational landscape and put a strong emphasis on individualism, competition, and assessment (Giroux, 2002; Harvey, 2005). By emphasizing only the *qualification function of education* that focuses on the acquisition of knowledge, skills, and dispositions that qualify students for doing something (Biesta, 2009), student miss an important part in their educational experience (Olssen & Peters, 2005).

Transformative learning theory offers an interesting perspective that is concerned with both the qualification and socialization function of education and emphasizes the development of a "more

critical worldview as we seek ways to better understand our world” (Taylor, 2008), as an crucial part in adult learning. Transformative learning theory conceptualises learning as a perspective transformation and as “the process of effecting change in a frame of reference.... Frames of reference are the structures of assumptions through which we understand our experiences” (Mezirow, 1997). In other words, transformative learning goes beyond the acquisition of factual knowledge; it changes how students experience the world around them and the identities they develop (Illeris, 2014).

One central question then becomes how to enact this idea of transformative learning and in what ways teachers should frame their interaction with students to promote learning that goes beyond memorizing (Moore, 2005). While this question has been discussed in different venues, there is still a lack of good examples with empirical support from higher education in natural science and engineering. In the present case study, I explore the transformative learning potential of authentic research projects and take a closer look at how students change their perspective on what learning means to them and the purpose of higher education through the use of *reflective diaries* and *interviews* in a *qualitative* research approach.

## 2 STUDY CONTEXT AND DESIGN

The context for this study is an advanced level course (15 ECTS-credits) on tissue engineering that runs over a five-month period at Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden. The aim of the course is for students to: 1) gain an overview of the tissue engineering field; 2) understand the fundamental science and technology that form the building blocks of the field; and 3) develop research competencies relevant to the field and a research identity. The tissue engineering course consists of lectures, article review sessions, and a research project to promote inquiry-based learning (Lee, 2012; Prince & Felder, 2006). In the research project, students work in groups of five or six over the entire five-month period of the course together with a mentor. All projects are directly coupled to on-going research at the university. The objective of the project is not only to gain a deeper understanding of the outcome, but also to experience research as it is conducted to gain an understanding of the scientific process. For a more detailed description of the course see (Wallin, Adawi, & Gold, 2017; Wallin, Gold, & Adawi, 2013).

The students’ learning experiences and potential transformations were explored using a qualitative research approach. The students were asked to write weekly reflective diaries around specific prompts, see Wallin et al. (2016) for a list with all prompts. Careful prompt design stimulate students to actively reflect upon both, the learning content and their own learning behavior (Jarvis, 2001). The diaries are a writing tool for students that can help them in their reflection process and promote metacognitive skills by providing them with a medium to write down their thoughts (Walker, 2006).

The students’ weekly diaries also provide rich continuous data for research, and it is possible to follow the students along during the entire project. To clarify and deepen the understanding of certain aspects of the students’ experiences additional interviews were used at the end of the course. It is through the *diary-interview method* that students’ experiences can be studied over time and in-depth by building on the strength of both diaries and interviews (Zimmerman & Wieder, 1977). Student participation in writing the diaries and participating in the interviews was voluntary, and all students gave their informed consent that their diaries and interviews could be used as research data.

For the analysis, the data from the reflective diaries and interviews was pooled together and a *general inductive approach* (Thomas, 2006) was used to find emergent themes. It fitted well with the aim I had to focus on how the students describe their own thoughts and the factors that shape their development by letting the data “speak for itself”. In a previous study (Wallin et al., 2017), I took a closer look on the direct learning outcomes of the tissue engineering course: learning to navigate the field, learning to do real research, and learning to work with others; as well as investigate the success factors of the tissue engineering course: a holistic approach to linking teaching and research, engaging students in the whole inquiry process, and situating authentic problems in an authentic physical and social context. In the study presented here, I take one step back and look at the more fundamental aspects of the students learning experience and the transformative potential of the tissue engineering course.



### 3 RESULTS

From the diaries and interviews, it becomes clear that students not only learn something about tissue engineering, research, and working in a group during the tissue engineering course, but that some students reconsider what learning actually means to them and change their view on higher education itself.

The tissue engineering project puts the students into a new situation, where they work on authentic research projects. The students need to define their own questions, think about what approaches they want to use to answer them, design their experiments, collect and analyze their data, critical discuss their results in the light of the scientific literature, and summarize their findings in a final report and oral presentation. In other words, the students experience what it means to be a research and go through all stages of the scientific process (Pedaste et al., 2015). In contrast to many of their previous educational experiences, there are no right or wrong answers, there is not even a question at the start. This new situation together with careful prompt design of the reflective diaries stimulates students to reflect upon their own learning and the processes by which they learn.

Julia describes how she and her group members felt lost at the beginning of the project, because they had so much freedom and did not know how to approach the situation. However in the interview, she also explains that being lost at the beginning was important and that the group got used to it, when she looks back at the course she feels that this experience is important and often missing in other courses:

In the beginning, it felt to us that we had too much freedom, because we did not really know what to do and where to go. We did not know the [scientific field] exactly, so we did not know what we wanted to achieve. So, we felt a bit lost, because it was a bit to open. At the same time, that is good, because you are never in that situation in other courses, because there you have clear instructions to do this and this and this to reach this goal. We got used to [the freedom in this course] over time and in the end we really liked it.

*Interview with Julia*

In a similar way, Tim reflects in one of his diary entries on how challenging it is to define all the details of a large project. He feels that in many other situations he relies on university systems, teachers and administrators to take care of several aspects in his learning environment, but that the tissue engineering project helps him to be more independent and learn how to learn:

This detail work is still challenging and I think it is something one can easily forget while studying. Sure, we plan our own future and academic progress but we sometimes hand these duties over to the representatives at the university. Such that we get a laid out learning schedule and have some choices along the way. Therefore, it is once again a nice experience to make this self-assessed learning and basically “learn to learn”, once again.

*Reflective diary Tim*

While the tissue engineering course creates a situation for students that is initially new, difficult, and challenging, the students appreciate it once they have overcome their first resistance and see it as an opportunity. It is through the process of accepting the challenges and seeing the prospects that students also start to question and reconsider more fundamental assumptions about education that they hold.

These students have been growing up with the notion that grades are a central element of education and that good grades are important to progress through the education system to eventually get a job. In the tissue engineering course, they start to question the importance of grades and discover other motivations to work on the projects. Anna writes in her final diary entry about how much she appreciates the project work and how it is much more motivating than exams:

I think working in project form is so great because you really have to dig for relevant information, read a lot and focus on the problem to be solved. Better motivation than studying for an exam!

*Reflective diary Anna*

Tim explains that grades normally play an important role, but that it was different in the tissue engineering course. He points out that the learning itself was the most important part, which is difficult to measure in grades, but something that nobody can take that away from him:

Of course academic results are important, but in this special case it is not the [grades] that are important but the knowledge I can gather and keep for myself. Nobody can take that away from me... We gained so much experience. The amount of experience is hard to measure.

*Reflective diary Tim*

This shift in focus from learning for grades towards learning to gain experience and knowledge means that these students begin to see their own education as something more than just an obstacle course than one needs to complete to get a job. They appreciate learning itself and want to understand the world around them, instead of focusing mainly on assessment and grades. They transform their perspective on the value of learning and what higher education is for.

#### **4 DISCUSSION**

The ability to follow students over time through the weekly diaries is of great value, as it opens the possibility to see their development and transformation. Reading the students diaries and listening to them in the interviews offers an interesting departure point to better understand how they conceptualize their own learning and education. On the one hand, it is disturbing and frightening to see the initial expectations students have on being provided with ready-made pieces of knowledge that are later tested in exams, where there are clear answers and grades that measure progress. On the other hand, it is promising and thrilling to see how much students can grow when adjusting the way we teach and interact with them.

The transformative learning experience that some students have in the tissue engineering course is not bounded by the context or content itself, but is concerned with the very action of learning and higher education itself. This change in frame of reference regarding of what learning means to them and what higher education is for is an important step for students in their intellectual development (King & Magolda, 1996). The transformative learning experiences that the students describe in this study help them to become the author of their own learning and development (Magolda 2000 & Magolda 2001). Self-authorship is a crucial part in a higher education system that rightfully places more and more emphasis on student-centered teaching, because if students fail to see learning as an *active* process, where knowledge is constructed and co-constructed, they will not fully profit from student-centered teaching. Furthermore, the ability to regulate their own learning and appreciate it are key factors in being able to engage in lifelong learning (Muis, 2007). It will help students to be prepared for a world that is constantly changing or as Nilson (2013) put it: “only lifelong learners will be able to keep up with the explosive growth of knowledge and skills in their career and to retool into a new career after their previous one runs its course”.

It is through their involvement in research, an authentic and central activity at the university (Jenkins & Healey, 2009), that students can realize that the university is more than a place to get a degree from. From my experience with the tissue engineering course, I argue that allowing students to experience complex challenges that are potentially disruptive are a key element if we want students to have transformative learning experiences. It means that teachers and students alike need to take risks and commit themselves to the experience. Bieste describes in his book “Beautiful Risk of Education” (2013) the importance of opening up the possibility that students and teachers can walk away from a course with having gotten nothing out of it. By taking this risk, there is at the same time the chance that both have a transformative learning experience “that takes you and that student to new places or new ways of thinking and new models of imitation or you name it in terms of what could come out of it” (Collier & Friend, 2016). Engaging students in on-going research projects, like in the tissue engineering course, is a risk and from my experience with the course things do go wrong sometimes, but at the same time it creates possibilities for students and their intellectual development that are otherwise rare in higher education.

It is important that higher education exposes students to complex challenges that confuse them and where they feel lost. The disruptive nature of the situation and the strong contrast to previous experiences in education stimulates the students to question and reconsider their own frame of reference (Illeris, 2014; Moore, 2005). In these transformative learning experiences students will be in a transition state, where the old frame of reference is rejected, but the new one is not yet fully in place (Meyer & Land, 2005). If we want to help our students and provide them with more than facts and figures in the subjects that we teach, it is our responsibility to create a safe environment, where we can

challenge the students and focus on their intellectual development. Providing students with opportunities for this type of transformative learning is particularly important in engineering and science education, as some studies show that students hold more naïve ideas about learning and the purpose of education in these fields (Felder & Brent, 2004). It is important that we, as teachers of science and engineering, continue to develop and reconsider our teaching approaches and broaden the scope of higher education in these fields to go beyond merely focusing on facts, principles, and procedures presented in a dualistic mode (Wankat, 2002).

## 5 ACKNOWLEDGMENTS

I am deeply indebted to all the students in this study for sharing their thoughts and experiences through the reflective diaries and interviews. I would also like to thank Tom Adawi for the great collaboration and acknowledge the financial support by Chalmers University of Technology.

## REFERENCES

- Biesta, G. J. J. (2009). On the weakness of Education. *Philosophy of Education*, 354–362.
- Biesta, G. J. J. (2013). *Beautiful Risk of Education*. New York, NY: Routledge Taylor & Francis Group.
- Bråten, I., & Strømsø, H. I. (2005). The relationship between epistemological beliefs, implicit theories of intelligence, and self-regulated learning among Norwegian postsecondary students. *British Journal of Educational Psychology*, 75(4), 539–565.
- Brew, A. (2013). Understanding the scope of undergraduate research: A framework for curricular and pedagogical decision-making. *Higher Education*, 66(5), 603–618.
- Collier, A., & Friend, C. (2016). Questioning Learning. *Hybrid Pod*, (Episode 9).
- Corwin, L. A., Graham, M. J., & Dolan, E. L. (2015). Modeling course-based undergraduate research experiences: An agenda for future research and evaluation. *CBE Life Sciences Education*, 14(1), 1–13.
- Felder, R. M., & Brent, R. (2004). The Intellectual Development of Science and Engineering Students. Part 1: Models and Challenges. *Journal of Engineering Education*, 93(4), 269–277.
- Giroux, H. (2002). Neoliberalism, Corporate Culture, and the Promise of Higher Education: The University as a Democratic Public Sphere. *Harvard Educational Review*, 72(4), 425–464.
- Harvey, D. (2005). *A Brief History of Neoliberalism*. New York, NY: Oxford University Press, Inc.
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (2015). The Development of Epistemological Theories: Beliefs About Knowledge and Knowing and Their Relation to Learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88–140.
- Illeris, K. (2014). Transformative Learning and Identity. *Journal of Transformative Education*, 12(2), 148–163.
- Jarvis, P. (2001). Journal writing in health education. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 2001, 79–86.
- Jenkins, A., & Healey, M. (2009). Developing the student as a researcher through the curriculum, 1–5.
- 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.
- Kenny, S. S., Alberts, B., Booth, W. C., Glaser, M., Glassick, C. E., Ikenberry, S. O., ... Yang, C. N. (1998). *Reinventing undergraduate education: A blueprint for America's research universities*. (The Boyer Commission on Educating Undergraduates in the Research University, Ed.). New York, NY: Stony Brook.
- King, P. M., & Magolda, M. B. B. (1996). A Developmental Perspective on Learning. *Journal of College Student Development*, 37(2), 163–173.
- Kuh, G. D. (2008). *High-Impact Educational Practices*. Washington, DC: Association of American Colleges and Universities.
- Lahtinen, A.-M., & Pehkonen, L. (2012). “Seeing things in a new light”: conditions for changes in the epistemological beliefs of university students. *Journal of Further and Higher Education*, 9486(October 2014), 1–19.
- Lee, V. S. (2012). What is inquiry-guided learning? *New Directions for Teaching and Learning*, 2012(129), 5–14.
- Lopatto, D. (2009). *Science in Solution: The impact of undergraduate research on student learning*. Tucson, AZ: Research Corporation for Science Advancement.

- Magolda, M. B. B. (2007). Self-authorship: The foundation for twenty-first-century education. *New Directions for Teaching and Learning*, 2007(109), 69–83.
- Meyer, J. H. F., & Land, R. (2005). Threshold concepts and troublesome knowledge (2): Epistemological considerations and a conceptual framework for teaching and learning. *Higher Education*, 49(3), 373–388.
- Mezirow, J. (1997). Transformative Learning: Theory to Practice Transformative Learning Theory. *Transformative Learning (Mezirow, (74), 5–12.*
- Moore, J. (2005). Is Higher Education Ready for Transformative Learning?: A Question Explored in the Study of Sustainability. *Journal of Transformative Education*, 3(1), 76–91.
- Muis, K. R. (2007). The Role of Epistemic Beliefs in Self-Regulated Learning. *Educational Psychologist*, 42(3), 173–190.
- Nilson, L. B. (2013). *Creating Self-Regulated Learners: Strategies to Strengthen Students' Self-Awareness and Learning Skills*. Sterling, VA: Stylus Publishing, LLC.
- Olssen, M., & Peters, M. A. (2005). Neoliberalism, higher education and the knowledge economy: from the free market to knowledge capitalism. *Journal of Education Policy*, 20(3), 313–345.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. a., de Jong, T., van Riesen, S. a. N., Kamp, E. T., ... Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.
- Prince, M., & Felder, R. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138.
- Sadler, T. D., & Mckinney, L. (2010). Scientific Research for Undergraduate Students: A Review of the Literature. *Research and Teaching*, 39(5), 43–49.
- Taylor, E. W. (2008). Transformative learning theory. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 2008(119), 5–15.
- Thomas, D. R. (2006). A General Inductive Approach for Analyzing Qualitative Evaluation Data. *American Journal of Evaluation*, 27(2), 237–246.
- Walker, S. E. (2006). Journal writing as a teaching technique to promote reflection. *Journal of Athletic Training*, 41(2), 216–221.
- Wallin, P., Adawi, T., & Gold, J. (2016). Reflective diaries – A tool for promoting and probing student learning. In *12th International CDIO Conference*. Turku, Finland.
- Wallin, P., Adawi, T., & Gold, J. (2017). Linking teaching and research in an undergraduate course and exploring student learning experiences. *European Journal of Engineering Education*, 42(1), 58–74.
- Wallin, P., Gold, J., & Adawi, T. (2013). Tasting Genuine Research in a Course on Tissue Engineering. In *41th Annual SEFI Conference, Leuven, Belgium*.
- Wankat, P. C. (2002). *The Effective, Efficient Professor: Teaching, Scholarship, and Service*. Boston, NJ: Allyn and Bacon.
- Zimmerman, D. H., & Wieder, D. L. (1977). The Diary: “Diary-Interview Method.” *Urban Life*, 5(4), 479–499.

# Hvordan motivere fysikkstudenter til å jobbe mer og lære mer – frivillig

F. K. Hansen, *Institutt for Teoretisk Astrofysikk, Universitetet i Oslo,*  
*Postboks 1029 Blindern, 0315 Oslo*

**SAMMENDRAG:** Jeg presenterer resultatene av et prøveprosjekt i et astrofysikkemne i 3.semester. Studentene motiveres og regningene gjøres mindre abstrakte ved at oppgavene og løsningene kan visualiseres i en 3D-dataspillmotor. Studentene kan velge mellom et standardløp med hjemmeeksamen og tradisjonell eksamen eller et løp fokusert på et arbeidslivsrelevant prosjektarbeid der store deler av pensum må brukes. Tilfeldige datagenererte oppgaver gjør det vanskeligere å jukse/skrive av hverandre. Foreløpige resultater antyder at strykeprosenten har falt betydelig og at studentene har jobbet mer.

## 1 INTRODUKSJON

Selv om fysikk dreier seg om forståelse av virkeligheten, så kan veien fra den underliggende teorien, som undervises de første semesterene, til anvendelse på faktiske problemstillinger være lang. De siste årene har tidlig innføring av numeriske beregninger for å løse kompliserte realistiske problemstillinger [1] gjort denne veien betydelig mindre. Men dette kommer ikke gratis: programmeringen som er nødvendig for å utføre disse beregningene medfører en betydelig ekstra arbeidsmengde og er en kilde til frustrasjon for mange studenter [2]. Dette, kombinert med at studentene ofte prioriterer å kun gjøre obligatoriske innleveringer, har gjort det krevende å få studentene til å løse et nødvendig antall oppgaver som kreves for å oppnå fysisk forståelse.

I denne artikkelen diskuterer jeg resultatene av et forsøksprosjekt som har gått over to semestre der hensikten har vært å prøve ut ideer som kan motivere studentene til selv å ønske å jobbe mer enn det som er obligatorisk samt ytterligere motivasjon for å løse numeriske problemer. Prosjektet har vært prøvd ut i emnet AST1100, et emne i astrofysikk i 3.semester på bachelor for studentene på Fysikk-, Astronomi- og Metereologiprogrammet (FAM) ved UiO.

Prosjektet har flere motiverende faktorer men kjernen og det som er helt nytt er at studentene blir koblet opp med en 3-dimensjonal virtuell verden via en dataspill-motor. I denne virtuelle verdenen så har de flere fysiske problemstillinger som må løses. Konsekvensene av løsningene deres, om beregningene deres er riktige/nøyaktige nok eller ikke får de visualisert i denne virtuelle verdenen.

## 2 METODE

### 2.1 Om emnet

Emnet AST1100 er et introduksjonsemne i astrofysikk som tar for seg et vidt spekter av temaer innen astrofysikken. Temaene spenner fra baneberegninger, elektromagnetiske bølger, stjerners fødsel, liv og død, termodynamikk og gassers egenskaper, spesiell og generell relativitetsteori, dataanalyse og observasjonsmetoder.

Emnet har i sin nåværende form gått hver høst siden 2007 og har normalt mellom 30 og 60 studenter. Frem til 2015 hadde kurset en midtveis og en avsluttende eksamen som grunnlag for karakteren. I tillegg måtte studentene ha bestått flere obligatoriske innleveringer der programmeringsferdighetene ble testet. Studentene lærer både analytiske beregninger og numeriske beregninger på datamaskin. Sistnevnte gjør det mulig for studentene å løse forholdsvis realistiske oppgaver som beregninger av satellittbaner og analyse av stjernespekter.

### 2.2 Utfordringer

På grunn av den store bredden av temaer har emnet blitt sett på som svært utfordrende. For å utvikle fysisk forståelse og dermed kunne løse eksamensoppgavene har det vært helt nødvendig å løse et stort antall oppgaver. En del av studentene ga uttrykk for at de kun løste de få obligatoriske

innleveringsoppgavene og veldig lite utover det. Dette kan ha være årsaken til den relativt høye strykprosenten som normalt har vært mellom 10 – 30 prosent.

De obligatoriske innleveringene har alle vært programmeringsoppgaver. Erfaringen fra gruppeøvelsene er at en del studenter ikke har fått med seg de grunnleggende prinsippene i programmering fra de 2 første semesterene. For disse studentene tar de obligatoriske øvelsene veldig lang tid noe som reduserer tiden til å fokusere på fysisk forståelse og de eksamensforberedende oppgavene.

### 2.3 Forsøksopplegget høst 2015/2016

Høsten 2015 startet det nye prøveprosjektet. Dette første året var dette kun som en valgfri alternativ obligatorisk oppgave. Isteden for å levere 8 standard obligatoriske oppgaver, kunne man velge et stort prosjektarbeid som måtte beståes for å kunne ta eksamen. Innholdet og læringsmålene i prosjektarbeidet var i stor grad det samme som i standardoppgavene, men alt var satt sammen til et stort og sammenhengende prosjekt der man brukte en 3D-spillmotor til å visualisere resultatene.

I prosjektet får hver student utlevert sitt eget prosydualt genererte solsystem med en stjerne og et tilfeldig antall planeter, alle med tilfeldige egenskaper som er forskjellige for hver student. Her er det blant annet steinplaneter, gassplaneter men også jordliknende planeter med vegetasjon. Studentenes blir fortalt hvilken som er hjemplaneten og de må, utifra bilder tatt fra hjemplaneten, velge seg ut en av de andre planetene i solsystemet sitt som de skal organisere en ubemannet romferd til.

Studentene må altså bit for bit løse de forskjellige utfordringene som en romferd til en annen planet består i. Alle skritt på veien krever at man bruker forskjellige deler av pensum i kurset:

- Man må bygge og simulere rakettmotoren: her simulerer man gasspartikler i en boks og bruker gassdynamikk.
- Man trenger å beregne banene til alle planetene.
- Man trenger å bruke egenskapene til stjerna i solsystemet og avstanden og egenskapene til planetene for å anslå overflatetemperaturer og muligheter for å finne flytende vann og liv på de forskjellige planetene.
- Når man har bestemt seg for hvilken planet man vil besøke, må man beregne satelittens bane og bestemme på hvilke punkt rakettmotorene må brukes for å justere hastigheten og hvor mye drivstoff som brukes hver gang.
- Når alle beregninger er gjort, skal romferden gjennomføres. Studentene kommuniserer med satelitten via et program og gir den kommandoer basert på alle beregningene som de har gjort.
- Studentene får bilder tilbake fra satelitten og må skrive kode for å analysere disse og beregne satelittens faktiske posisjon i verdensrommet.
- De tidligere baneberegningene deres må nå korrigeres med ny informasjon som de får fra bilder og analyse av data tatt under ferden.
- Når studenten til slutt får satelitten i bane rundt målplaneten så tar de bilder og spektre av planeten og må analysere disse for å finne atmosfærens sammensetning, tetthet og temperature og videre bruke dette til å beregne størrelse på fallskjerm og landingsmotor for landingsenheten som de skal sende ned til overflaten.
- Studenten beregner landingsenhetens bane ned til overflaten og gir satelitten de nødvendige kommandoer.
- De får video tilbake fra landingen og kan se om landingen gikk bra eller ikke. Hvis det oppsto problemer må de tilbake og korrigere beregningene.

Det er flere måter å løse de forskjellige deloppgavene på. Studentene har ukentlige møter hvor de med litt rettleiding diskuterer forskjellige ideer og løsningsstrategier seg imellom. Det blir ikke alltid enighet om hva som er beste løsningsmetode og forskjellige måter blir brukt.

Basert på studentevalueringer og samtaler med studentene, blir prosjektet utvidet og endret høsten 2016:

- Studentene må nå velge mellom 2 løp: et standardløp hvor karakteren fastsettes på grunnlag av hjemmeeksamen (30%), midtveiseeksamen (30%) og avsluttende eksamen (40%), eller et

prosjektarbeidløp hvor karakteren fastsettes på grunnlag av innlevert prosjektarbeid (60%) og en avsluttende eksamen (40%). Pensum til midtveiseksamen og hjemmeeksamen til sammen tilsvarer pensum til prosjektarbeidet. Pensum til avsluttende eksamen er forskjellig fra det som testes til midtveis/hjemmeeksamen/prosjektarbeid.

- For å unngå at studentene bruker for lang tid på å lage perfekte innleveringer (prosjektoppgave/hjemmeeksamen) så vil hver deloppgave gis en poengsum på enten 0, 25, 50, 75 eller 100 poeng hvis oppgaven er besvart henholdsvis 0% - 10%, 10% - 25%, 25% - 50%, 50% - 75% eller 75% - 100% korrekt.
- Hjemmeeksamen i standardløpet består av 5 innleveringer som er oppgaver basert på deler av projektoppgaven der også disse studentene får utlevert et randomisert solsystem som de kan visualisere via det samme programmet som prosjektstudentene bruker.
- For både midtveiseksamen og avsluttende eksamen får studentene vite at eksamensoppgavene blir et utvalg av ukeoppgaver og tidligere eksamensoppgaver. Hvis studentene har regnet alle oppgavene i løpet av semesteret så har de dermed allerede gjort alle oppgavene som kommer på eksamen. Dette er ment som motivasjon til å regne oppgaver.

## 2.4 Forventinger

Målene med opplegget som ble innført 2015/2016 kan oppsummeres som følger,

- *Motivasjon:* En sammenhengende projektoppgave der man har et endelig mål med å lande en sonde på en fiktiv planet vil være mer meningsfullt og motiverende enn å gjøre et stort sett mindre oppgaver uten noen sammenheng og endelig mål.
- *Mindre abstrakt:* Visualiseringsverktøyet gjør abstrakte temaer og oppgaver mer håndfast, dette gjelder for begge løpene.
- *Valg av foretrukken læringsform:* Noen studenter lærer mer gjennom å løse oppgaver numerisk der de kan eksperimentere for å oppnå fysisk forståelse (prosjektoppgave), for andre er programmeringen vanskelig og de lærer fysikk bedre gjennom analytiske oppgaver (standardløp).
- *Valg av foretrukken evalueringsform:* Studentene som tar prosjektarbeid blir i større grad evaluert gjennom arbeidet med projektoppgaven mens studentene som velger standardløp i større grad blir evaluert med tradisjonelle eksamener.
- *Motivasjon til å regne flere oppgaver:* ved at eksamensoppgavene ikke er nye oppgaver men er et utvalg av oppgaver som er kjent helt fra starten av semesteret så bør studentene ha en klar motivasjon til å jobbe med oppgaver.
- *Utvikle kreativitet og kritisk tenkning:* Deloppgavene i prosjektarbeidet har ingen fasitsvar, bare fantasien setter grenser for hvilke løsningsmetoder som kan brukes. Studentene diskuterer og kritiserer hverandres ideer før de blir enige om hvilke metoder som bør prøves.

## 3 RESULTATER OG DISKUSJON

Da opplegget først ble gjennomført i full skala i 2016, så er det statistiske grunnlaget lite for å kunne trekke klare konklusjoner. Samtidig så var det i 2016 langt flere studenter som tok eksamen enn noen gang tidligere siden emnet ble endret i 2007. Det var i 2016 over dobbelt så mange studenter som tok eksamen enn i enkelte tidligere år. Vi skal derfor bruke resultatene fra 2016 til å trekke noen tentative konklusjoner som enten vil styrkes eller tilbakevises i løpet av de kommende årene.

For å forbedre statistikken og gjøre det lettere å tolke resultatene, så presenterer vi resultater for karakterene D og E samt for A og B samlet. Det var 64 studenter som tok avsluttende eksamen i 2016, 28 hadde valgt prosjektarbeid, 36 hadde valgt standardløp.

I figur 1a ser vi et histogram som viser andelen av studenter som fikk en gitt karakter midlet over perioden 2007 til 2015. I tillegg viser vi det tilsvarende histogrammet for 2016. Det viser at strykprosenten i 2016 var lavere enn gjennomsnittet og faktisk langt lavere enn noen gang tidligere. Samtidig ser vi en tydelig økning i andelen studenter som fikk C.

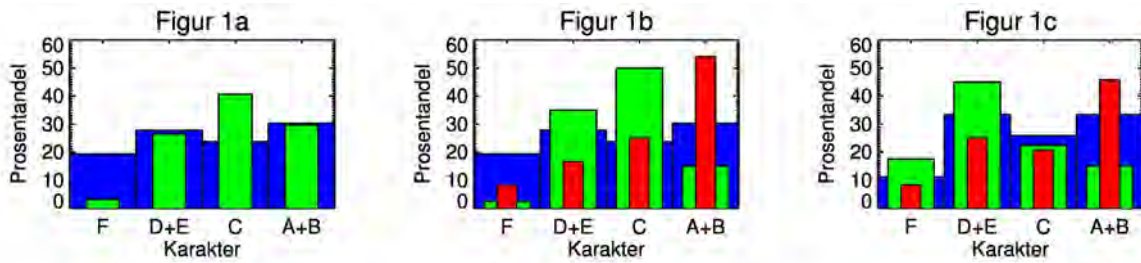


Fig. 1. Karakterstatistikk. Fig. 1a til venstre: Blått histogram viser andel studenter med en gitt totalkarakter midlet over årene 2007 til 2015. Grønt histogram viser tilsvarende for 2016. Fig 1b i midten: Blått histogram som 1a, grønt og rødt viser resultater for 2016 for henholdsvis standardløp og prosjektarbeid. Fig 1c til høyre: Resultater basert kun på avsluttende eksamen: blått histogram viser totalt for 2016, grønt og rødt viser resultater for henholdsvis standardløp og prosjektarbeid.

Et naturlig spørsmål her er om denne forbedringen i karakter kommer fra studentene som tar standardløp eller de som tar prosjektoppgave. I figur 1b ser vi histogrammet for hver av disse gruppene. Vi ser her at forbedringen skjer i begge gruppene, men for studentene som tar prosjektarbeid er det flere som får høyeste karakter.

Sluttkarakteren beregnes forskjellig for de to gruppene siden vektingen av hjemmeeksamen/prosjektarbeid er forskjellig. Begge studentgruppene hadde samme forutsetninger og samme type forberedelse til avsluttende eksamen. Ved å kun se på karakteren på avsluttende eksamen kan man derfor bedre sammenlikne gruppene og forstå hvor viktig selve hjemmeeksamen/prosjektoppgaven har vært. I figur 1c ser vi histogrammer basert kun på avsluttende eksamen, både for alle studentene og de to gruppene separat. Vi ser nå at strykprosenten ikke lenger er eksepsjonelt lav. I tillegg ser vi en viktig forskjell mellom gruppene når de måles etter samme kriterier: studentene som har valgt prosjektoppgave har generelt bedre resultater enn studentene som har valgt standardløp.

Det må igjen understrekes at resultatene kun er basert på et semester og kun må regnes som tentative. Vi skal likevel prøve å trekke noen foreløpige konklusjoner på følgende spørsmål som kan brukes som grunnlag for diskusjon og videre oppfølging.

- *Ble studentene motivert til å jobbe mer med faget?* Oppmøte på gruppetimene og antall spørsmål på webforumet piazza var langt større enn noen år tidligere. Dette kan tyde på at studentene har gjort flere oppgaver enn før. I tillegg gjorde mange studenter på prosjektarbeid langt mer enn det som krevdes og ga uttrykk for at oppgaven motiverte til det. Noen studenter ga tilbakemelding på at de fortsatte å jobbe med prosjektet etter at de hadde levert.
- *Har studentene lært noe mer?* Strykprosenten er betydelig lavere enn tidligere år. Som forklart over så ser vi fra figur 1b og 1c at dette kommer av at innleveringene nå teller med på karakteren. Men studentene må jobbe godt for å få en akseptabel karakter på innleveringene og vil ha lært en del av det. Læring gjennom innleveringene ble tidligere år ikke reflektert i karakteren da man kun trengte å bestå disse for å kunne ta eksamen.
- *Har studentene som tok prosjektarbeid lært mer enn de som valgte standardløp?* Fra figur 1b ser vi at det er flere A og B blant prosjektstudentene. Dette kunne tolkes som at de har lært mer. Men prosjektarbeidsløpet er mer ambisiøst og arbeidskrevende. Dette ble studentene fortalt på forhånd. Vi kan derfor forvente at det er flere sterkere studenter som har valgt prosjektarbeid. Dette ser vi også tydelige tegn til i figur 1c som diskutert over. At prosjektstudentene har fler A og B kan derfor også forklare med at disse var de sterkeste studentene i utgangspunktet. Men prosjektarbeidsstudentene har lært langt mer som ikke var direkte pensum: mer programmering, mer numeriske metoder, mer arbeidslivsrelevante arbeidsmetoder og mer trening i kritisk tenkning.
- *Karakter på innleveringer (både prosjektarbeid og standardløp) er alltid knyttet til en stor usikkerhet: har studentene gjort arbeidet selv? Det er mye lettere å jukes ved å få hjelp av andre. Kan dette bidra til at strykprosenten faller?* Både i standardløpet og spesielt i prosjektarbeidet så har problemstillingene vært individuelle: hver student har fått sitt tilfeldig genererte solsystem og alle oppgavene er knyttet til å løse problemstillinger i sitt eget system. Alle solsystemene er forskjellige. Løsningsmetoden og løsningene vil dermed være forskjellige for hver student, noe som gjør at man ikke kan skrive av fra hverandre. Det vil



være en betydelig jobb for en medstudent og også løse problemstillingen knyttet til solsystemet for en annen student. Det kan ikke utelukkes at det har skjedd, men sannsynligheten er mye mindre når hver student har noe forskjellige problemstillinger.

- *Hva synes studentene om at en medstudent i det samme emnet får sin karakter basert på andre vurderingsformer?* Dette var et viktig spørsmål på evalueringskjemaene som studentene besvarte underveis og til slutt i kurset: studentene var enstemmig fornøyd med muligheten til å velge både undervisningsform og vurderingsform. Flere studenter uttrykte at de setter stor pris på å få redusert den delen av karakteren som baseres på en stresset eksamenssituasjon. Det kan også være dette som har bedratt til en redusert strykprosent.
- *Prosjektarbeidstudentene måtte selv finne på og diskutere seg frem til metoder for å løse de forskjellige problemene som oppsto underveis i arbeidet. Dette gir trening i kreativitet men er også meget arbeidskrevende. Hvordan var studentenes erfaring med dette?* Studentene ga uttrykk for at de likte å få muligheten til å tenke utenfor faste rammer og ikke ha noen fast løsningsmetode. Men samtidig klaget de over at dette tok veldig lang tid, spesielt hvis fremgangsmåten ikke virket og de måtte gå tilbake å prøve på nytt. Noen studenter mente at dette gjorde kurset mer arbeidskrevende enn 10 studiepoeng.
- *Er det et problem for læringen at eksamensoppgavene trekkes ut fra et sett med oppgaver som er kjent på forhånd?* Det er sannsynlig at dette har motivert studentene til å regne oppgaver: oppmøtet på regnegruppene var langt større enn noen gang tidligere gjennom hele semesteret. Hvis de har regnet seg gjennom et stort antall oppgaver så har studentene fått et stort læringsutbytte selv om de da ikke ble presentert for nye oppgaver på eksamen.
- *Hva var studentenes tilbakemeldinger på det nye opplegget?* Studentene var meget fornøyd med muligheten til å visualisere oppgavene og løsningene. De var også meget fornøyd med muligheten til å velge undervisnings og vurderingsform. Prosjektarbeidstudentene mente at arbeidsmengde var for stor, spesielt siden de i tillegg til å skrive prosjektarbeidet også måtte forberede seg til avsluttende eksamen. De foreslo at også siste del av pensum burde inkluderes prosjektarbeidet slik at de også kunne slippe avsluttende eksamen. De kommenterte også at prosjektet var meget inspirerende for videre fysikkstudier.

#### 4 TAKK

En stor takk til Nicolaas Groeneboom for utvikling av visualiseringssoftware, til Robert Hagala for en enorm innsats som gruppelærer for prosjektarbeidstudentene og for å koordinere og ferdigstille koden som studentene brukte som grensesnitt til visualiseringssoftwaren, en stor takk også til Håvard Ihle, Morten Ledum, Erik Alexander Leven og Reiner Eldøy som har utviklet koden som studentene bruker.

En stor takk til Det Matematisk Naturvitenskapelige Fakultet ved UiO samt fra Institutt for Teoretisk Astrofysikk for betydelig støtte til utvikling av prosjektet.

#### REFERANSER

- [1] Malthe-Sørensen, A., Hjort-Jensen, M., Langtangen, H. P. og Mørken, K. (2015), "Integrasjon av beregninger i fysikkundervisningen.", Uniped, årg. 38, nr.4-2015, s.303-310 [https://www.idunn.no/uniped/2015/04/integrasjon\\_av\\_beregninger\\_ifysikkundervisningen](https://www.idunn.no/uniped/2015/04/integrasjon_av_beregninger_ifysikkundervisningen)
- [2] Sørby, S. og Angell, C. (2012). "Undergraduate students' challenges with computational modelling in physics.", NorDiNa: Nordic Studies in Science Education, 8, s. 283–296. <https://www.journals.uio.no/index.php/nordina/article/view/534>

# Revealing preconceptions in first year chemistry courses

Karina Mathisen<sup>1</sup>, Daniel Ali<sup>1,2</sup> and Hilde Lea Lein<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Chemistry*, <sup>2</sup>*Department of Materials Science and Engineering, Norwegian University of Science and Technology (NTNU)*

**ABSTRACT:** Virtual Chemical Storyboards (VCS) have been developed in the innovative teaching project “Virtual chemical rooms” at NTNU to promote theoretical and conceptual understanding in first year chemistry students. Using VCS with video demonstrations of chemical reactions followed by a multiple choice survey on 228 undergraduate students reveal how such resources can be used to reveal threshold concepts. The student confidence levels about their performance has further been linked to their background knowledge from chemistry courses in high school. The students with the higher previous knowledge tend to think they understand the theory, while the others tend to not believe in their own competence. In theoretical knowledge, the tendency is that it does not matter so much which background they have. For the conceptual understanding, the students with less chemical background tend to fail in higher degree than the ones with the most chemical background.

## 1 INTRODUCTION

In today’s society the request for chemists and chemical academic knowledge is in increasing demand. Chemists will also in the future play a key role within scientific areas such as climate and environmental issues, not to mention the increasing demands for cleaner energies. Several students within science and technology have introductory university courses in General Chemistry. Innovative teaching methods have to a small extent been applied to these courses. (Cooper and Klymkowsky 2013) It is therefore important to identify new innovative methods to promote deeper-learning and reveal common misconceptions. The innovative teaching project “Virtual chemical rooms” at NTNU, aims to increase student activation prior to (Lau González et al. 2014) and during lectures by developing a range of video resources in combination with digital response systems such as Kahoot! (Moss and Crowley 2011) to make students more active and trigger academic curiosity. The main goal is to initiate student active teaching in the general chemistry courses for first year students at NTNU.

While the overall goal of the project is to create videos of high quality, explained in Norwegian, it is also crucial to establish a strong connection with the syllabus. Included in the project is the development of a set of shorter demo-videos for exciting chemical reactions. A prerequisite for exploiting these types of videos to promote chemical understanding is to include the video in a presentation which includes an introduction, and more importantly explanatory slides must follow after the video itself. This particular setup is labelled “Virtual Chemical Storyboards”, “VCS”, in the project. Two types of virtual storyboards have been developed using the open source resource H5P (Griff With 2012): longer stand-alone versions for home use with interactive questions after the video, and shorter versions to be used during lectures.

Here, we have performed a study to look at the relationship between prior knowledge in chemistry and preconception about chemical understanding using “the ammonia fountain” experiment as an example. “The ammonia fountain” experiment includes filling a round flask with ammonia gas and placing this upside down in a tray of water with a selected indicator (changing color at pH above 7-8, here phenolphthalein). The water enters the flask through a small tube, and the principle of polar reactants being easily solved in polar media causes ammonia gas to dissolve in the water. This reduces the partial pressure of ammonia in the flask which leads to water being rapidly suctioned up through the tube, hence the name “ammonia fountain”. The presence of the indicator and dissolved ammonia functioning as a base causes the water to change color to a bright purple. The experiment is visually exciting, but underneath lies the principles of polar solvents, acid/base theory and partial pressure, all concepts which can be challenging to first year students. In addition, the time before the students

answered was logged to see if they were guessing (fast response) or if they had weighed their options before giving their answer.

## 2 IMPLEMENTATION OF VCS

The short version of “the ammonia fountain” VCS has been tested on students attending the general chemistry courses KJ1000 and TMT4112 fall 2015, followed by a Kahoot! survey, receiving feedback from a total of 228 students. The answers have been logged to correlate chemical education level prior to attending NTNU. The times used to answer the Kahoot! questions were also logged. Among the students attending general chemistry courses, previous chemical knowledge is inconsistent due to the possibility of choosing different courses in high school; both “Chemistry 1” and “Chemistry 2”, only “Chemistry 1”, or none of these. Currently, previous chemical knowledge from high school is not required to attend NTNU’s chemistry programs. Hence, while some students already have basic chemical knowledge, others are not as fortunate, which makes teaching very challenging.

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

Different levels of student understanding can be probed based on carefully choosing the questions in the survey following the VCS. An obvious first question, often employed by lecturers in an auditorium, is “did you understand the video”, and we find the students seemingly answering this truthfully (Figure 1), This is possibly promoted by the anonymous nature of the survey. Interestingly, the students with a pure “Chemistry 1” -level background seem to be most confident in their answers, which could be a case of the Dunning–Kruger effect for this group. (Bell and Volckmann 2011) However, the students lacking chemistry knowledge in their backgrounds are overall very pessimistic about their ability to understand the experiment, which contradicts the above mentioned effect.

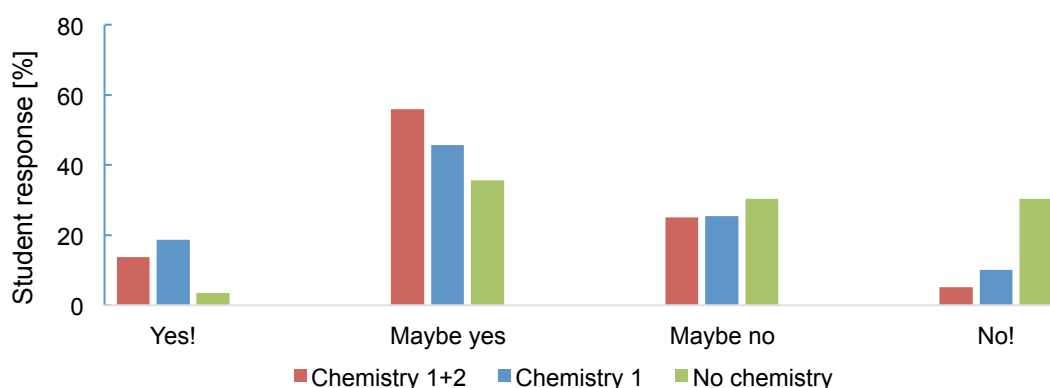


Figure 1: Survey answers for “Did you understand what was happening?” plotted against previous chemical knowledge.

It is unclear if the lack of confidence stems from these students already struggling with the scientific level of the course, or if this group is labelled as the weakest link by fellow students or even the lecturer. As can be seen from Figure 1, more than 70% of the students with the full chemical background think they understand the concepts in the video, whereas almost 60% of the students with no chemistry courses prior think they do not understand what they have seen. This question can possibly be affected by students having seen similar reactions previously, meaning both experience and knowledge are key factors. It is also of interest that there is a larger part of the convincing “Yes!”-students that only hold the middle background knowledge level. These students’ confidence in their own knowledge may be too high as they might not have seen that there might be hidden concepts which they still do not understand. The ones with most previous knowledge might already have come to this conclusion.

The understanding of concepts in the video can be tested by carefully asking selected multiple choice type question. These will only work as desired if the wrong alternatives lie close to common misconceptions, i.e. the wrong answers cannot be obvious. Two questions targeting understanding linked to theory were asked; 1) “What draws the water into the flask?” and 2) “Why does the water turn pink?” Both questions had 3 or 4 response alternatives, with different theoretical approaches. The results, also logged against chemical background are shown in Figure 2 a) and Figure 2 b).

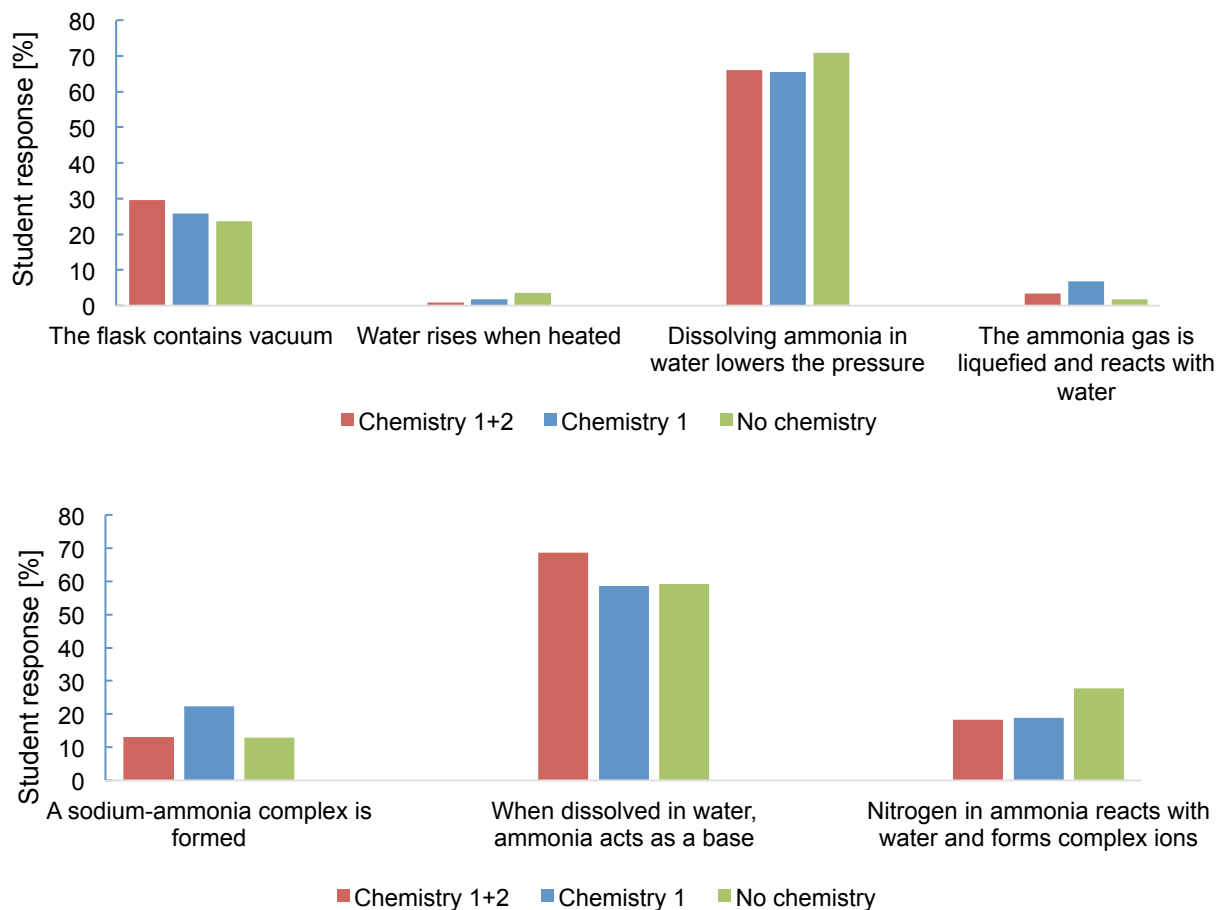


Figure 2: Students response to questions probing deeper understanding of concepts in the video. a) "What draws the water into the flask?" and b) "Why does the water turn pink?"

Both these questions show that the majority of the students had the correct understanding of what happened in the experiment. When identifying the driving force for water being suctioned into the flask, 70-80% of the students answered correctly, independent of chemical background. It can be argued that this concept is also related to principles in physics, however, the background in this course is a factor we did not target. As for the question about the observed colour change, there were no large deviations between the student groups with 55-65% answering correctly, except for the students with no chemistry background which to a slightly larger extent answered incorrectly. This means that even though some of the students do not think they have understood what was going on (Figure 1), they still answer correctly. Hence, the preconceived notion about not understanding what they have observed is wrong, and they perform equal to or even better than fellow students with chemical courses from high-school.

After testing the students understanding, one can further challenge their chemical knowledge by including questions where a certain concept from the video is extracted and employed to a new problem. Figure 3 a) shows the results of a question about general chemical understanding through the question "In which solvent will ammonia more easily be solved?". This requires that the student has understood the concept of polarity and can identify polar solvents.

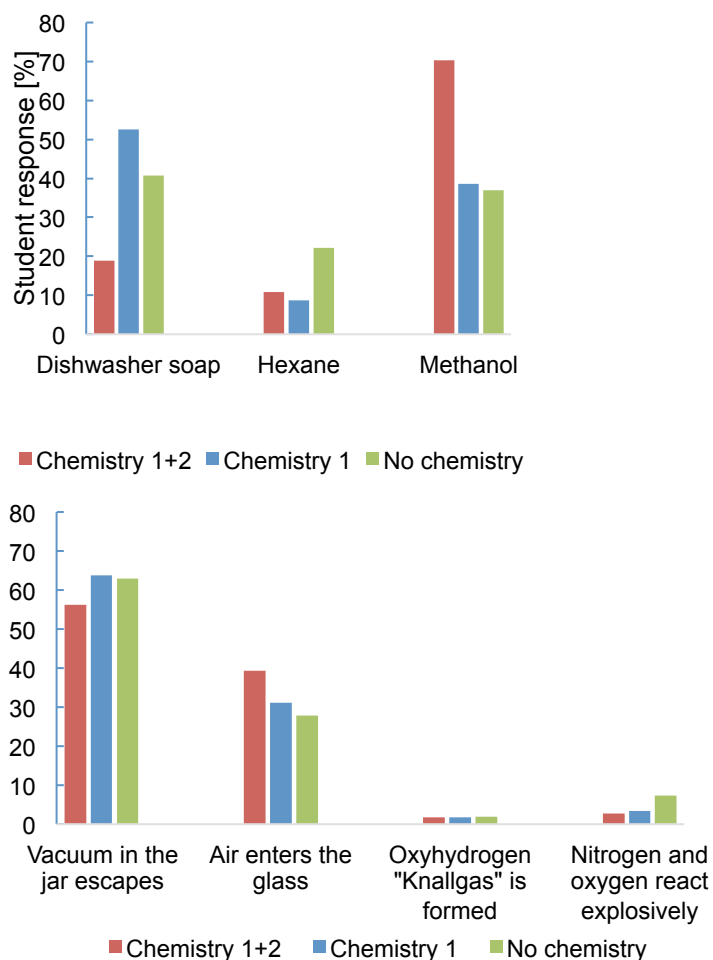


Figure 3: Students response to questions where concepts in the video are transferred to new problems. a) "In which solvent will ammonia more easily be solved?" and b) "Why do we hear a sound when opening a jar of jam?".

As seen from Figure 3 a), the students need a larger theoretical understanding to answer this question correctly. 70% of the students with both Chemistry 1 and 2 are able to identify the most polar solvent among the three given. The answers given by those with no chemical background seem to be random as they are distributed over all the alternatives. The students with some chemical knowledge tend to answer correctly, however, more than half of them have also answered the everyday alternative "soap". In the last question we opted to test the concept of pressure and vacuum by asking about the everyday situation "Why do we hear a sound when opening a jar of jam?". The results are shown in Figure 3 b), which reveal a very common misconception about vacuum and pressure.

The majority of the students with little or no previous chemical knowledge have chosen the answer often misused also by media and in everyday situations, namely that the sound heard is the vacuum escaping the jar. However, as for question 3, we see that there is a slight tendency for the students with the most chemical knowledge to answer this correctly. It should however be noted that we observe close to a 40%/60% divide between the correct answer and the common misconception also for this group. This shows that they need to have a larger degree of theoretical knowledge and experience to be able to transfer this to a conceptual question. The distribution of the alternatives among the other student groups are also of interest; the less chemical knowledge they have, the more likely they are to answer "chemical" alternatives like a reaction, even though these alternatives are wrong.

During the Kahoot! testing the time the different student groups used to answer was logged. A common reluctance towards using response systems for large student groups, is the idea that students will answer quickly rather than take time to think. The results from our testing shows that students use between 11-18 seconds on average to answer each question. The variation between the student groups as well as the type of answer (correct or incorrect) is not tremendous; variations in the answering time is actually quite small. This indicates that the time they need to think is independent of their

background knowledge. The shortest answer times are also for the correct alternatives. In addition, the time spent before giving an answer is long enough to indicate that the students are not guessing.

#### 4 SUMMARY

First year university students have been tested in background knowledge, theoretical understanding and conceptual understanding through a virtual chemical storyboard (VCS). The relationship between their background knowledge (through previous courses in high school) and their ability to answer correctly in theoretical, fundamental and conceptual understanding has been looked at. The main conclusions are that the students with a higher degree of previous knowledge tend to think they understand the theory, while the others tend to not believe as much in their own competence. However, their background is largely independent of their understanding of theoretical knowledge. All students answered in approximately the same correct rate as the ones with the most courses from high-school. When it comes to questions which require transfer of knowledge to related questions or to conceptual understanding, the students with less chemical background tend to fail in a higher degree than the ones with the most chemical background.

#### 5 ACKNOWLEDGMENTS

Support from NTNU for innovative teaching projects is greatly acknowledged. We would also like to thank Trygve D. Jakobsen, Nina B. Klausen and Henrik Linde for VCS project participation. The faculty for Natural Sciences, Dept. of Chemistry and Dept. of Materials Science and Engineering, are acknowledged for financial support.

#### REFERENCES

- Bell, Priscilla, and David Volckmann. 2011. "Knowledge Surveys in General Chemistry: Confidence, Overconfidence, and Performance." Review of. *Journal of Chemical Education* 88 (11):1469-76. doi: 10.1021/ed100328c.
- Cooper, Melanie, and Michael Klymkowsky. 2013. "Chemistry, Life, the Universe, and Everything: A New Approach to General Chemistry, and a Model for Curriculum Reform." Review of. *Journal of Chemical Education* 90 (9):1116-22. doi: 10.1021/ed300456y.
- Griff With, Svein-Tore, Pål Jørgensen, Frode Petterson and Thomas Marstrander. "<https://h5p.org/>." Lau González, Maritza, Ulises Jáuregui Haza, Aurora Pérez Gramagtes, Gloria Fariñas León, and Nadine Le Bolay. 2014. "Supporting Students' Learning To Learn in General Chemistry Using Moodle." Review of. *Journal of Chemical Education* 91 (11):1823-9. doi: 10.1021/ed3007605.
- Moss, Karen, and Mark Crowley. 2011. "Effective learning in science: The use of personal response systems with a wide range of audiences." Review of. *Computers & Education* 56 (1):36-43. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2010.03.021>.

# Development of teaching-modules in computational Mathematics and STACK in cooperation with students.

M. Brekke\*, A. Duranovic\*, A. N. Jevne\* and C. Sangwin<sup>+</sup>

\* University of Agder

<sup>+</sup> University of Edinburgh

**ABSTRACT:** We report a project assigned to two second year bachelor students. They create two modules that first year students in electronics test out in February 2017. In module one they create a small course in Computational Mathematics using Maxima to solve problems in Integration. In module two they create a training course in STACK. STACK is an advanced Computer Aided Assessment system for mathematics which goes well beyond relying on multiple choice and other selected response question types. In particular, random versions of a particular question are generated in a structured mathematical way. The main goal of the project is that, under staff guidance, students create a test in STACK for students in the following year. This is similar to “peer tutoring”, but involves peers in assessment design. The authors believe that it requires one to have a deeper understanding of a topic to make a test for another, and this is therefore a valid task for students themselves to seek to undertake. The teacher and developer of STACK will evaluate the quality of work the first year student groups deliver. The question is whether this approach helps students gain a better understanding of integration.

## 1 INTRODUCTION

In 2014 the bachelor programme for electronics engineering at the University of Agder was revised. The aim was to strengthen students' performance by adapting the mathematics to the programme's technical subjects and that this should contribute to a better learning processes and increased understanding of mathematics [1]. This paper reports a project assigned to two second year bachelor students (authors two and three). They create two modules that first year students in electronics test out in February 2017. The focus is on the STACK [2] module, but since STACK uses the computer algebra system (CAS) Maxima [3], students are introduced to this module first.

### 1.1 Module 1 Maxima

A four-hour introduction course in Computational Mathematics using Maxima. Students work in groups and tasks focus on solving integrals using the trapezium and Simpson's rule. By working in groups, students are encouraged to reason how to solve and at the end discuss results. The purpose of this module is also to be familiar with Maxima to be better prepared to use STACK. And of course, give students a suitable tool to help them solve difficult mathematical problems within engineering.

### 1.2 Module 2 STACK

A four-hour training course in how to use STACK. Students create a short integration assignment for the following year's engineering students. This assignment will consist of four different questions.

1. Integrate a power of  $x$ .
2. Integration by substitution.
3. Integration by parts.
4. Integration using partial fractions.

Students work in groups and should focus on creating problems that are intended to help new students gain a better understanding of integration. The tasks should also provide useful feedback and if possible partial credit on submitted answers.

## 2 ABOUT MAXIMA

Maxima is a system for the manipulation of symbolic and numerical expressions, including differentiation, integration, Taylor series, Laplace transforms, ordinary differential equations, systems of linear equations, polynomials, sets, lists, vectors, matrices and tensors. Maxima yields high precision numerical results by using exact fractions, arbitrary-precision integers and variable-precision floating-point numbers. Maxima can plot functions and data in two and three dimensions. An example of a solution of the task; *Use the trapezium rule with 5 strips to estimate  $\int_0^1 \tan^2(2x)dx$*  is given in Fig. 1.

```
(%i1) f: tan(2*x)^2$
(%i2) a: 0$
(%i3) b: 1$
(%i4) N: 5$
(%i5) h: float ( b - a ) / N$
(%i6) sum: ( ev( f, numer, x=a ) + ev( f, numer, x=b ) ) / 2.0$
(%i7) t: float(a)$
(%i8) for i: 1 thru N-1 do
( t: t+h,
sum: sum + ev ( f, numer, x = t )
)$
(%i9) print ("Trapezoid Estimate is: ", h * sum)$
Trapezoid Estimate is: 236.4216741448413
```

Fig. 1. Example of using Maxima to solve an integral.

## 3 ABOUT STACK

STACK is an advanced Computer Aided Assessment system for mathematics which goes well beyond relying on multiple choice and other selected response question types [4]. In particular, random versions of a particular question are generated in a structured mathematical way. STACK typically requires a mathematical expression from a student as an answer, and establishes the objective properties of such expressions in order to provide feedback. Specific formative feedback is most likely to be effective and avoids the well-known difficulties with multiple choice and similar question types. Data on all attempts at one question, or by one student, are stored for later analysis. Fig. 2 shows how STACK presents an integral question for a student.

**Question 5**

Not complete

Mark 0.00 out of 1.00

Flag question

Find

$$\int \cos(2 \cdot t) + 3 \cdot \sin(t) dt.$$

$2 \cdot \sin(2 \cdot t) + 3 \cdot \cos(t) + C$

Your last answer was interpreted as follows:

$$2 \cdot \sin(2 \cdot t) + 3 \cdot \cos(t) + C$$

The variables found in your answer were:  $[t, C]$

Incorrect answer.

The derivative of your answer should be equal to the expression that you were asked to integrate, that was:

$$\cos(2 \cdot t) + 3 \cdot \sin(t)$$

In fact, the derivative of your answer, with respect to  $t$  is:

$$4 \cdot \cos(2 \cdot t) - 3 \cdot \sin(t)$$

so you must have done something wrong!

Marks for this submission: 0.00/1.00. This submission attracted a penalty of 0.10.

Fig. 1. Example of a question in STACK.



Students write in their answer in the blue field, the system check how their answer was interpreted. It is done to ensure students have entered their expression correctly – or as they intend. Students click on the *Check* button and immediately get feedback on their answer in the yellow field. As you can see in *Fig. 2* they get a hint of what they could have done wrong. So the system not only gives ‘correct’ or ‘incorrect’, but helps students to see what mistakes they might have done. They then can correct their answers and try to submit again, but will then get a penalty of losing 0.10 marks.

## 4 APPROACH

There are a total of 30 students taking this course and they are divided in groups of 3 to 4 students. One student assistant and the teacher are available 4 hours a week through the project for all groups. The groups are provided with a Moodle [5] account. The reason for this is that STACK provides a question type for the Moodle quiz which is specifically designed to enable sophisticated computer-aided assessment in Mathematics and related disciplines, with emphasis on formative assessment.

### 4.1 Implementation of module 1

The four-hour introduction course in Maxima is presented in week 7, 2017. The task is the use of symbolic algebra packages to find solutions to integrals. In week 11 each group submits solutions of 8 different integral problems.

### 4.2 Implementation of module 2

The four-hour introduction course in STACK is presented in week 8, 2017. The student groups work on the project in week 8, 9 and 10. After week 10 the teacher (first author) and developer of STACK (fourth author) will evaluate the quality of work the first year student groups deliver.

The goal of the project is that, under staff guidance, students create a test in STACK for students in the following year. This is similar to “peer tutoring”, but involves peers in assessment design. It is believed that it requires one to have a deeper understanding of a topic to make a test for another, and this is therefore a valid task for students themselves to seek to undertake.

## 5 RESULTS

The results of the project will be presented at the MNT-conference 2017, 30 – 31. March in Oslo. Deadline to students for delivering 4 questions in STACK is the 12th of March 2017. We present both the best and worst cases, but at the time of writing it is not known what outcome will be observed. The central question is whether this approach helps students to gain a better understanding of *integration*.

## REFERENCES

- [1] Brekke, M. (2016). Embedding mathematics content within the electronics courses for engineering students. The 18th SEFI Mathematics working group seminar, 27-29 June, 2016 Gothenburg, Sweden.
- [2] <https://stack.maths.ed.ac.uk/demo/>
- [3] <http://maxima.sourceforge.net/>
- [4] Sangwin, C. J. (2013). Computer Aided Assessment of Mathematics, Oxford University Press.
- [5] <https://moodle.org/course/view.php?id=54>

# Utnytter vi potensialet for læring og personlig utvikling i feltundervisning?

P. B. Eidesen, A. Vader og J. E. Søreide. *Universitetssenteret på Svalbard (UNIS)*

**SAMMENDRAG:** Feltundervisning er viktig innen en rekke fagdisipliner, og er vanligvis høyt verdsatt av både studenter og undervisere. Feltundervisning har et enormt potensiale som bør utnyttes til det fulle. Vi bruker litteratur og eksempelstudier fra egen undervisning ved Universitetssenteret på Svalbard for å vise hvordan fasilitert refleksjon, forskningsintegreert undervisning og konstruktiv relasjonstenking (constructive alignment) kan brukes til å heve kvaliteten i feltundervisning.

**Nøkkelord:** feltundervisning, forskningsintegreert undervisning, konstruktiv relasjonstenking, praktiske og generiske ferdigheter

## 1 BAKGRUNN

Både studenter og undervisere mener at feltundervisning er svært nyttig og nærmest uvurderlig (f. eks. Lonergan & Andresen, 1988; Kent *et al.*, 1997). Men feltundervisning er ofte kostbar, og krever mer planlegging og ressurser enn tradisjonelle klasseromsforelesninger. Akademiske institusjoner er under stadig press for å effektivisere driften og redusere kostnader. Vi som underviser må derfor kunne rettferdiggjøre feltundervisningens fordeler i form av faglig og personlig utvikling, og læringsutbytte for studentene for å sikre at feltaktivitet prioriteres i kommende budsjetter. Vi må også ta ansvar for å utnytte tildelte ressurser på en best mulig måte.

Læringsutbyttet av feltbasert undervisning vil variere fra lærer til lærer og være avhengig av type kurs og fag, men noen argumenter går stadig igjen (tilpasset fra Lonergan & Andresen 1988 og Kent *et al.*, 1997). Kent *et al.* (1997) kategoriserer læringsmål eller argumenter for feltarbeid i tre grupper: 1) fagspesifikke mål, 2) overførbare ferdigheter og (3) sosialisering og personlig utvikling (feltarbeidets «skjulte agenda»). Ofte er det de fagspesifikke målene som fremheves i litteraturen, men disse vil oftest bidra til de andre kategoriene også. En gjennomgang av argumentene er gitt under.

### 1.1 Fagspesifikke mål

Fagspesifikke praktiske ferdigheter, for eksempel bruk av prøvetakingsutstyr, kan ofte ikke læres i et klasserom. Feltbasert undervisning gjør det også mulig å vise fenomener eller objekter i sine naturlige omgivelser, som gir et mer komplett og helhetlig inntrykk. I stedet for å studere f. eks. et tørket herbariumeksemplar av en plante montert opp på et stykke papir, vil studenten observere planten i sitt naturlige habitat, og dermed få en bedre forståelse av de tilpasninger som er nødvendige for å overleve i dette habitatet. Feltefaring der alle sanser er i bruk og objekter presenteres i en kontekst (som beskrevet ovenfor), vil gjennom personlig opplevelse føre til en forsterking av tidligere tilegnet teoretisk kunnskap. Å sammenstille faktakunnskap i sin naturlige sammenheng fører til en dypere forståelse av faget, og forbedrer evnen til analytisk og kritisk tenkning. Det hevdes videre at abstrakte emner er lettere å undervise i felt enn i klasserommet fordi studentene får mulighet til å koble teori med egne erfaringer (jf Kent *et al.*, 1997 og referanser deri). Feltarbeid eksponerer også studentene for "ekte" forskning, og misforholdet mellom lærebokteori og den virkelige verden trigger studentene til å stille spørsmål ved det de opprinnelig har lært, noe som fasiliterer kritisk tenkning (Harland *et al.*, 2006). Koblingen mellom studentfeltarbeid og underviserens egen forskning er derfor svært gunstig; det fører til aktualisering av faget og dermed økt interesse og bedre forståelse av metodene som brukes (Fuller *et al.*, 2014).

### 1.2 Overførbare ferdigheter

I kategorien «overførbare ferdigheter» finner vi blant annet utvikling av motivasjon og ferdigheter til å lære selvstendig, forbedring av kommunikasjon og presentasjonsteknikk, og utvikling av

samarbeidsferdigheter (Kent *et al.*, 1997). Overførbare ferdigheter trenes ofte som en bieffekt av planlagte fagspesifikke aktiviteter (Kent *et al.*, 1997).

### 1.3 Sosialisering og personlig utvikling

I tillegg til målbare fordeler som faglig læringsutbytte (e. g. (Lonergan & Andresen, 1988; Lisowski & Disinger, 1991; Kent *et al.*, 1997; Fuller *et al.*, 2014), virker det som feltundervisning, uavhengig av innhold, bidrar til en individuell akademisk utvikling og har en verdi *per se* (e.g. (Harland *et al.*, 2006). Feltarbeid som går over en viss tid (feltkurs) kan gi rom og tid for refleksjon, og på den måten opprettholde noen av de liberale tradisjonene vi forbinder med en universitetsutdanning, slik som menneskelig engasjement, intellektuell selvutvikling og kritisk refleksjon (Harland *et al.*, 2006). Et feltkurs fremmer også samhandling, både blant studenter og mellom studenter og undervisere. Redusert avstand mellom studenter og undervisere bidrar til et godt læringsmiljø under feltarbeidet og også for den resterende klasseromsundervisningen i et kurs (Harland *et al.*, 2006). Et annet mål eller argument som tilhører denne tredje kategorien er det faktum at feltstudier i et naturlig miljø kan føre til forståelse, respekt og omtanke for miljøet. Sist men ikke minst øker felterfaringer studentens motivasjon for læring (jf Kent *et al.* 1997 og referanser deri).

## 2 STATUS OG VEIEN VIDERE

### 2.1 Feltundervisning er bra, men hvordan gjøre feltundervisning enda bedre?

Universitetssenteret på Svalbard (UNIS) spesialiserer seg på feltbasert forskning og utdanning innen arktisk biologi, geologi, geofysikk og teknologi. I tråd med litteraturen viser emneevalueringer ved UNIS at studenter verdsetter feltundervisning høyt, og feltundervisning rangeres ofte som den beste delen av kurset (UNIS, 2014). En gjennomgang av studentevalueringer fra en rekke ulike UNIS kurs tyder på at momenter knyttet til sosialisering og personlig utvikling er en viktig del av denne positive felterfaringen, og dermed kan overskygge eventuelle svakheter knyttet opp mot organisering og gjennomføring av mer fagspesifikke læringsaktiviteter. Som undervisere får vi da mindre konstruktiv kritikk som kan løfte den mer planlagte feltundervisningen ytterligere. Studentevalueringer blir dermed ikke et operasjonelt verktøy for å forbedre undervisningen. Vi må ta ansvar for å gå oss selv i sømmene; at studenter liker feltundervisning er ikke ensbetydende med at vi utnytter potensialet for læring og personlig utvikling i feltundervisningen.

### 2.2 Konstruktiv relasjonstenking i feltundervisning

Konstruktiv relasjonstenking under kursplanlegging betyr kort og godt at kursets læringsmål tydelig understøttes av pensum, læringsaktiviteter og vurderingsform (Biggs & Tang, 2011). Konstruktiv relasjonstenking er grunnleggende for god undervisning (Reeves, 2006; Biggs & Tang, 2011), og feltkurs er intet unntak (Lonergan & Andresen, 1988; Kent *et al.*, 1997). Ifølge Lonergan og Andresen (1988) oppnås et godt samspill mellom læringsmål og feltbaserte læringsaktiviteter ved å 1) beskrive og begrunne tydelige læringsmål (en utfordring her er å være realistisk innenfor tilgjengelige tidsrammen og ressurser), 2) velge egnede metode(r) for å nå disse målene i en gitt feltsituasjon og 3) ha en strategi for gjennomføring av de valgte metodene. Her er det viktig å ta hensyn til kompleksiteten feltsituasjoner byr på, som uforutsigbare hendelser og ukjente omgivelser, sammenlignet med en klasseromssituasjon.

Studier har vist at potensialet for læring som ligger i felterfaringer ikke blir fullt utnyttet uten grundig forberedelse, oppsummering og tydelig forankring i pensum (f. eks. (DeWitt & Storksdieck, 2008; Tal *et al.*, 2014). Lonergan og Andresen (1988) understreker at feltaktiviteter krever grundig forberedelse i form av god informasjon i forkant. Det må informeres tydelig om både læringsmål, læringsaktiviteter, samt praktiske forhold som sikkerhetsrutiner og transport. Eksplisitte mål leder studentenes oppmerksomhet, og skaper struktur i læringsprosessen. En feltsituasjon kan fort oppleves overveldende. Studentene bombarderes med inntrykk, og alle sanser er i bruk (de kan se, lukte, høre, føle og smake). For å avgrense inntrykkene kan det være nødvendig å lage en hierarkisk målstruktur, der en har et overordnet mål, og flere delmål. Hvert delmål kan så være knyttet til spesifikke feltaktiviteter, og trenge ytterligere introduksjon i felt. For å knytte teori og praksis, krever feltaktivitet også en skikkelig oppsummering. Hvor god oppsummering en klarer å få til avhenger til dels av hvor gode forberedelsene var, og hvor god informasjon det var gitt på forhånd. Under mer komplekse feltaktiviteter, eller feltaktiviteter som strekker seg over lengre tid, kan korte oppsummeringer rett etter en gitt læringsaktivitet være gunstig (Lonergan & Andresen, 1988). For lengre feltturer kan dette

være en daglig oppsummering på kvelden. En gjennomgang av dagens aktiviteter og de relaterte læringsmålene i fellesskap hver kveld gir studentene større bevissthet rundt hva de har lært, og det skaper en god setting for konstruktive tilbakemeldinger både til gruppa og ansvarlige undervisere (Lonergan & Andresen, 1988).

Vurdering kan også ses som en del av oppsummeringen. Oppsummering etter et feltarbeid er ofte i form av en skriftlig rapport eller lignende. Men den type læring som foregår i felt skiller seg vesentlig fra læringen som foregår i klasserommet, og rapportskrivning gir ingen god vurdering av hva studentene faktisk har lært gjennom feltarbeidet som helhet (Lonergan & Andresen, 1988). En skriftlig rapport demonstrerer ikke praktiske ferdigheter eller utvikling av samarbeidsevner. Alternative vurderingsformer kan for eksempel gjennomføres i felt, eller man kan kombinere flere vurderingsformer gjennom mappeevaluering.

### 2.3 Refleksjon basert på egne erfaringer

Vi gikk systematisk igjennom feltkursdelen i tre av våre kurs, to på bachelor nivå og et på master/PhD nivå, som alle har en vesentlig feltkomponent. Hvert eksempelstudium ble vurdert og reflektert over i henhold til kriteriene for god konstruktiv relasjonstenking for feltarbeid, hvordan forskningsaktivitet ble integrert som en del av feltundervisningen, og i hvilken grad studentene ble gitt mulighet til å reflektere over egen læring.

Gjennomgangen av våre eksempelstudier viste tydelig at tid var en sterkt begrensende faktor. Feltaktiviteter gir så mange muligheter. Det er et hav av potensielle læringsmål. Som undervisere ser vi alle disse mulighetene, og prøver å presse inn så mange læringsmål og feltaktiviteter som overhode mulig i vår tilmålte felttid. Men jo flere læringsmål vi legger inn, dess mer tid må settes av til forberedelse, oppsummering og vurdering. Vi fant en generell tendens til at tid til forberedelse og oppsummering ble knappet inn på, da det ble sett på som oppofring av verdifull tid som kunne brukes på planlagte feltaktiviteter.

Feltarbeid som felttokt med større forskningsskip er en unik mulighet for ansatte til å samle materiale til egen forskning. Slike felttokt er svært kostbare, og en prøver ofte å utnytte denne verdifulle felttiden til både forskning og utdanning. Prøveinnsamlingene blir derfor ofte gjort etter de standarder forskningsinnsamlinger krever, noe som ofte er mer tidkrevende og omfattende enn det som er nødvendig for undervisningen *per se*. Tidkrevende forskningsaktiviteter kan derfor hindre viktige elementer som daglige informasjonsmøter og oppsummeringer. På den annen side blir studentene involvert i autentiske forskningsaktiviteter, som også har vist seg å være fordelaktig for studentenes motivasjon og dermed læring (Jenkins *et al.*, 2007).

Tidsklemma kan delvis løses ved å planlegge forberedelser og oppsummering utenfor selve feltarbeidet. Men feltarbeid inneholder mange uforutsette elementer, spesielt i Arktis. Det er sjeldent ting går som planlagt, og det kan være svært utfordrende, eller rettere sagt umulig, å forberede alt på forhånd. Dårlig vær kan forhindre feltarbeid på planlagte tidspunkt og lokaliteter, isbjørnbesøk kan kreve umiddelbare endringer i planene, og så videre. Dette er situasjoner som oppstår relativt ofte. Ergo, for å virkelig utnytte læringspotensialet feltarbeid representerer, må det settes av tilstrekkelig tid til forberedelse og oppsummering også i felt.

I våre eksempelstudier ble hverken praktiske ferdigheter eller generelle ferdigheter tilegnet i felt vurdert i etterkant. Dette til tross for at flere av disse ferdighetene var listet opp som læringsmål i kursbeskrivelsene. Studentene får praktisk erfaring ved å samle prøver som de bearbeider og analyserer i etterkant, men det er først og fremst sluttproduktet (en rapport eller lignende) som blir vurdert og ikke de praktiske ferdighetene i seg selv. Nå er det ikke nødvendig å vurdere absolutt alle læringsmål, men vi kan med fordel tenke nøyer igjennom hvilke læringsmål vi velger å liste opp og hvordan det er mulig å vurdere disse læringsmålene. Hva er de viktigste læringsmålene? Og er dette mål som vurderes i etterkant?

Færre og veldefinerte læringsmål betyr ikke nødvendigvis at elevene lærer mindre. Feltarbeid vil fortsatt ha de samme "bivirkningene", uavhengig av om de er oppført som mål eller ikke. Hvis studentene for eksempel arbeider tett sammen i grupper, vil de skaffe seg verdifulle overførbare ferdigheter knyttet til samhandling med andre, som er viktige for deres fremtidige karriere (Hole, 2015). Effekten av slike lærings «bivirkninger» styrkes ytterligere hvis vi som undervisere gjør studentene våre oppmerksomme på dem.. Dette bør gjøres som en del av innledningen til kurset, samt

forberedelsen og oppsummeringen av hver enkelt feltaktivitet. Orienteringen kan være s nn: *Målet i dag er å prøve xxxx for et pågående forskningsprosjekt. Ved å gjøre dette bidrar du til et viktig forskningsprosjekt som så langt har gitt xxxx banebrytende forskningsresultater, og vi ville aldri ha fått denne kunnskapen uten hjelp fra studenter som deg. I tillegg er denne øvelsen ment å trene dine ferdigheter i   bruke xxxx instrument, og også til å jobbe i team. Det er ikke mulig å håndtere dette instrumentet alene, så du må fokusere på kommunikasjon innad i gruppen, og dere må sammen planlegge denne operasjonen, slik at alle vet hva de skal gjøre når.* Oppsummeringen skal plukke opp igjen punktene fra forberedelsen: *Prøven vi tok i dag inneholdt xxxx, og informasjon om xxxx, hvordan passer dette med dataene innsamlet tidligere?* Egenvurdering av arbeidet kan adresseres ved bruk av ufullstendige setninger, og spørsmål som fremmer refleksjon. La studentene svare på spørsmål eller fullføre setninger som foreksempel: *Jeg klarte å kommunisere godt med de andre i gruppa fordi.....Vi jobbet godt som et team fordi..... Det som ikke fungerte så bra var..... Hvor godt har du oppnådd de planlagte ferdighetene? Jeg mener jeg er komfortabel med   bruke dette instrumentet fordi.....Det jeg trenger å øve mer på er.....nå? Forstår du prosessen, eller er noe uklart? Hva var verdien av dagens trening? Hva kunne vært gjort annerledes?* En slik tilnærming kan kalles en fasilitert refleksjon over egen læring, og er i tråd med Gibbs (1988) tanker om viktigheten av refleksjon rundt egen læring.

Vi mener feltundervisning har et enormt potensiale som bør utnyttes til det fulle, og tror veien til kvalitetsheving av feltundervisning hovedsakelig går via konstruktiv relasjonstenking (constructive alignment; (Biggs & Tang, 2011). Vi vil legge opp til en aktiv diskusjon med deltakerne, og sammenligne deres erfaringer med feltbasert undervisning med v re.

## REFERANSER

- Biggs, J. & Tang, C. (2011) *Teaching for Quality Learning at University: What the Student Does*, 4 edn. Open University Press, England.
- DeWitt, J. & Storksdieck, M. (2008) A Short Review of School Field Trips: Key Findings from the Past and Implications for the Future. *Visitor Studies*, **11**, 181-197.
- Fuller, I.C., Mellor, A. & Entwistle, J.A. (2014) Combining research-based student fieldwork with staff research to reinforce teaching and learning. *Journal of Geography in Higher Education*, **38**, 383-400.
- Gibbs, G. (1988) *Learning by Doing: A guide to teaching and learning methods*. Further Education Unit. Oxford Polytechnic, Oxford.
- Harland, T., Spronken-Smith, R.A., Dickinson, K.J.M. & Pickering, N. (2006) Out of the ordinary: recapturing the liberal traditions of a university education through field courses. *Teaching in Higher Education*, **11**, 93-106.
- Hole, T.N. (2015) Developing collaboration as a transferrable skills in biology tertiary education. *Literacy Information and Computer Education Journal*, **6**, 1971-1975.
- Kent, M., Gilbertson, D.D. & Hunt, C.O. (1997) Fieldwork in Geography Teaching: a critical review of the literature and approaches. *Journal of Geography in Higher Education*, **21**, 313-332.
- Lisowski, M. & Disinger, J.F. (1991) The Effect of Field-Based Instruction on Student Understandings of Ecological Concepts. *The Journal of Environmental Education*, **23**, 19-23.
- Lonergan, N. & Andresen, L.W. (1988) Field-Based Education: Some Theoretical Considerations. *Higher Education Research & Development* **7**, 63-77.
- Reeves, T.C. (2006) How do you know they are learning? The importance of alignment in higher education. *Int. J. Learning Technology*, **2**, 294-309.
- Tal, T., Lavie Alon, N. & Morag, O. (2014) Exemplary practices in field trips to natural environments. *Journal of Research in Science Teaching*, **51**, 430-461.
- UNIS (2014) Annual Report. [http://www.unis.no/wp-content/uploads/2014/08/UNIS\\_annual\\_report\\_2014.pdf](http://www.unis.no/wp-content/uploads/2014/08/UNIS_annual_report_2014.pdf)



## Bruk av teknologi

Møterom 2

### Torsdag 30 mars

*Sesjonsansvarlig: Merete Ræstad, HSN*

14.00-14.35

**An Interactive Teaching Module for Combined Simulation and Laboratory Work**

Marcano, Komulainen, Sannerud

14.45-15.20

**Hvordan teknologi bidrar til biologi-studenters motivasjon og læring**

Jeno, Grytnes, Vandvik

*Sesjonsansvarlig: Harald Walderhaug, UiB*

15.50-16.25

**Digital evaluering som eksamens- og lærings-verktøy**

Gørbitz, Tandberg, Kleivane

16.35-17.10

**Digital underveisvurdering i matematikk: Studenters syn på ulike typer formative tilbakemeldinger**

Friestad Pedersen

### Fredag 31 mars

*Sesjonsansvarlig: Geir Egil Dahle Øien, NTNU*

11.00-11.35

**Individuell «automagisk» tilbakemelding på skriftlig eksamen**

Mirmotahari, Berg

11.40-12.15

**Video production - mathematics for beginner students**

Kleppe, Borge

12.20-12.55

**Læringsteknologi og endring av undervisningspraksis gjennom situert læring i et praksisfellesskap**

Tvenge, Arntsen, Folkestad, Fykse, Kampen, Leiknes, Mathiesen, Norheim, Pollen, Sande





# An Interactive Teaching Module for Combined Simulation and Laboratory Work

Laura A. Marcano, Tiina M. Komulainen, and Ronny Sannerud, *Oslo and Akershus University College of Applied Sciences (HiOA), Post box 4, 0130 Oslo, Norway*

**ABSTRACT:** Laboratory work is a key element in engineering education; however, the preparation for laboratory sessions, frequently, is not very thorough. In this article we present an interactive approach on improving students' learning outcomes through student-active simulation work and reflective workshops prior to laboratory exercises. A course in chemical engineering with 22 students was the case study. Previous experiences revealed that the students understanding of theoretical topics was not adequate enough to carry out laboratory experiments successfully. This was the motivation for developing a more interactive teaching module with special focus on the laboratory work. The module is based on a didactic model that combines classroom sessions and simulator training prior to the laboratory exercise. The practical part of the teaching module consists of briefing, simulation session, simulation debriefing, laboratory session and final debriefing. For the simulation session, a model of the laboratory process and equipment was designed using a dynamic simulator. The results of the interactive module were evaluated using theoretical pre- and post-test, questionnaires, a focus group interview and four individual interviews. The questionnaire results showed that 100% of the students agreed that their participation in the course increased their understanding of the laboratory topic. The theoretical pre- and post-test showed 48% and 71% of correct answers, respectively. The correspondence between the qualitative and quantitative results indicates that the practical teaching module fulfilled its purpose. In this study, we propose a general methodology on how to combine simulation, reflective workshops and laboratory work for optimal learning outcome.

**Keywords:** teaching module, laboratory work, simulator training.

## 1 INTRODUCTION

Many topics in academia are learned through the execution of laboratory exercises. Normally, the students count on theoretical lessons and laboratory materials, which they can read to prepare themselves before attending the laboratory exercises. Finally, the students have to write and deliver a report related to the activities developed during the laboratory work. This traditional scheme can be challenging when the lab experiment is the first and only source for practical learning about a new topic. Therefore, the main goal of this study was to develop a practical part of the teaching module that could be implemented to improve the learning outcomes from laboratory work, this by offering the students a more structured method that help them to be more prepared for the lab practice and also reflect on what they have done.

At HiOA bachelor program for Biotechnology and Applied Chemistry, the topic of distillation has been taught during the last years through theoretical lecture, numerical exercises and a laboratory exercise. The students take the distillation lab at the beginning of the second year of their studies; this is a topic included in the course Introduction to Chemical Engineering. There is not previous formal preparation to the lab. Consequently, a teaching module was developed and implemented for the distillation lab of this course, in order to observe and evaluate the effectivity of this strategy. The implementation of simulator training and reflective workshops are the main new features of the practical teaching module i.e. the laboratory work. Simulator training is a very common learning strategy applied with successful results both in the industry and in academia [1-3]; it helps the users to get a useful overview of the actual processes and equipment. The purpose of the simulator training implemented in the teaching module was to offer the students a more didactic and hands on preparation before attending the actual lab, so they could start getting familiar with the topic within the safe environment given by simulators.

### **1.1 Experience with simulator modules at HiOA**

Our work on implementation of dynamic process simulation modules for courses in chemical engineering (laboratory distillation system) and dynamic systems (an industrial large-scale oil production facility), are presented in [1], [4], [5]. The results show that simulation modules enable students to gain additional skills: industrially relevant process knowledge, and teamwork skills. Simulation module prior to laboratory exercise increased the theoretical understanding of the topic, as indicated by better average mark of simulation tasks than other tasks in the final exam. However, simulation module without a laboratory exercise did not improve the final exam result. Our conclusion from this work is a need for (a) qualitative research on how the students learn with simulators (b) a system that indicate how well the students have reached their learning goals, and (c) a system that gives feedback to the students during simulation. [6]

### **1.2 Problem statement**

Student's preparation for laboratory work must be improved, in order to ensure student's understanding and learning outcomes from the laboratory activities. Therefore, the following research work aims to study the possibility of improving student's laboratory experiences by implementing a simulation session as preparation before the lab work.

### **1.3 Theoretical framework**

We apply the following learning theories and learning methods for the development of the five stages of our practical learning module: student-active learning, peer-learning, experiential learning, transfer of learning and reflection. The student-active learning method in scientific subjects minimizes the time when students passively listen to the teacher, and give better learning outcomes than traditional teaching methods [7], [8], [9]. We apply: quizzes, dynamic feedback and workshops as student-activating teaching methods.

Peer-learning is one of the most effective methods of learning [10]. During the simulation and laboratory work students work in groups, and during debriefing sessions the students are encouraged to analyze what was done, to ask questions and make conclusions together with the instructor and their peers.

Simulation and laboratory work can be analyzed through the theory of "experiential learning", it allows learners to set up goals for their own learning, and let them see what they do as important and useful. It provides a learning that is "filled" with emotions and feelings, and is considered as important as "facts". The learner moves from the known to the unknown, which can be anxiety provoking, and therefore requires trusting learning environment with possibilities for experimentation and risk taking [11].

The link between the simulator learning and learning in the laboratory can be analyzed through pedagogical concept "Transfer"; transfer of learning experiences from a limited training situation to a specified application context [12-14]. A literature review on various forms of transfer is given in [15].

During the debriefing sessions, the students reflect on their learning. Dewey's four specific criteria for reflection are [16]: 1. Reflection is a meaning-making process that moves a learner from one experience into the next with deeper understanding of its relationship with and connections to other experiences and ideas. It is the thread that makes continuity of learning possible, and ensures the progress of the individual and, ultimately, society. 2. Reflection is a systematic, disciplined way of thinking, with its roots in scientific inquiry. 3. Reflection needs to happen in community, in interaction with others. 4. Reflection requires attitudes that value the personal and intellectual growth of oneself and others.

## **2 METHODS AND MATERIALS**

### **2.1 Educational model**

The teaching module for the laboratory work is built up using the six common categories of the didactic relation model: learning goals, content, learning process, learning conditions, settings, and assessment [17]. The didactic model for the course is presented in detail in [4]. The teaching and learning methods of the practical teaching module was organized in five stages:

- 1) Briefing: the briefing consists in an introductory session during which the students are informed about how the module is going to be carried out. Additionally, a short test about the subject matter is imparted, so the instructor can get an overview of the knowledge the students have before starting the module. Finally, some basic concepts and equations related to the main topic are explained.
- 2) Simulation session: the simulation session is a hands on session where the students can interact with a model that simulates the actual equipment they are going to use in the laboratory. They have to follow an instruction manual that guides them through different activities. There is an instructor during the simulation session, who guides the students if needed.
- 3) Simulation debriefing: the simulation debriefing is a reflective session during which, the students, guided by the instructor discuss about all the tasks done during the simulation session, and together analyze and reflect on what was done and the results.
- 4) Laboratory work: during the laboratory work, the students execute the actual exercise in the lab.
- 5) Final Debriefing: the final debriefing is a session to reflect on the entire practical teaching module experience. The students and the instructor discuss about the activities done, the results obtained and conclude together about what was learned.

## **2.2 Research methods**

This research intends to identify two elements in the learning process 1) how the students experienced the training initiative and 2) the learning outcomes. Quantitative (theoretical tests results and questionnaires) and qualitative (focus group and interviews) approach was employed in order to assess the student's progress and gather feedback.

### **2.2.1 Sample selection**

There were 22 active participants; all of them were second year bachelor students of the course Introduction to Chemical Engineering at HiOA.

### **2.2.2 Data collection**

Different strategies were implemented to collect data, with the aim to determine the benefits of the teaching module for the laboratory work. Two 5-point scale questionnaires were delivered to the students, one during the simulation debriefing, in order to get feedback from the students about the simulation session; and the other one at the end of the course, to collect the student's general opinion about the practical teaching module.

In order to evaluate the student's theoretical improvement after the teaching module, there was developed a theoretical test (quiz) with overview questions about the corresponding engineering topic. The same theoretical test was imparted at the beginning and at the end of the teaching module. Additionally, a final theoretical test with relevant questions about the main topic, related to the learning goals of the teaching module, was also imparted at the end of the module.

Finally, qualitative data of the learning process was gathered. A focus group interview with eight students, and individual interviews of four students were carried out, which allowed us to collect personal insights from the participants of the teaching module for laboratory work [18]. The samples were taken from the entire group (22 students) that participated in the teaching module.

A focus group activity offers good advantages since the participants feel more comfortable talking and giving their opinions freely within a smaller group. However, it can be difficult to follow everyone's ideas; it can be helpful that there is more than one person organizing the focus group, one that just takes care of leading the conversation in the right path, while another one handles the technical issues as recording and taking notes [19].

## **2.3 Laboratory Equipment and Simulation Software**

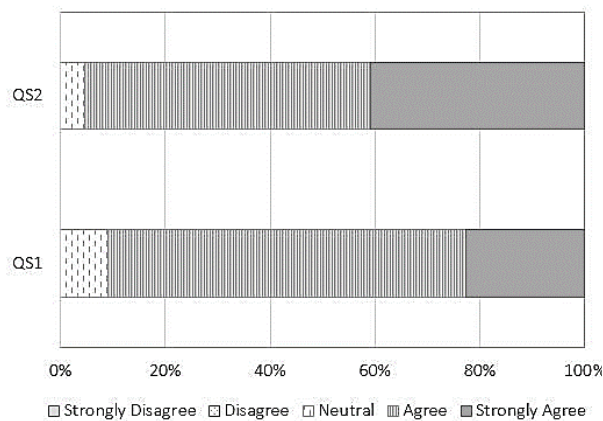
The laboratory equipment used in this study was a distillation column UOP3CC produced by Armfield Ltd. The simulation software used for the teaching module is K-Spice®, from Kongsberg Oil and Gas Technologies. K-Spice® is a dynamic process simulation tool, which offers a variety of solutions such as conceptual process studies, engineering verification, control system checkout, operator training and real-time production monitoring systems [20]. The model developed in K-Spice is based on the

laboratory equipment. Both, the actual distillation column and the simulation model consist of an isolated column with eight sieve trays, a reboiler tank, a condenser, an automatic reflux valve, different manual valves and thermocouples, feed and product tanks, a feed pump and a feed heater.

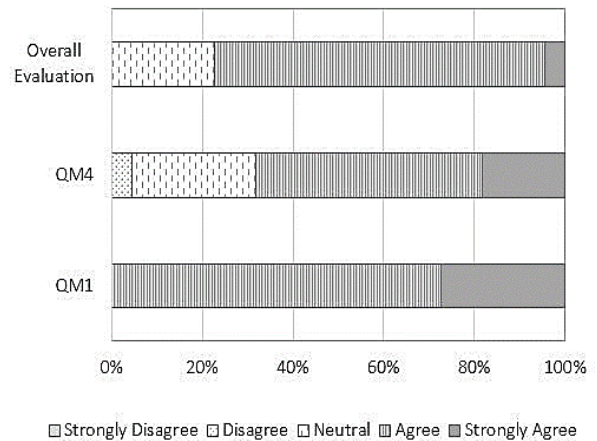
### 3 RESULTS

#### 3.1 Questionnaires on Students Opinion

Two questionnaires were handed to the students, one after the simulation session and one at the end of the teaching module. The results from the most relevant questions are shown in *Fig. 1* and *Fig. 2*. From *Fig. 1* it can be seen that 91% (68% agree and 23% strongly agree) of the students agreed that the simulation exercises were useful for learning. Further, 95% (55% agree and 40% strongly agree) of the students agreed that the simulation session increased their understanding of the process they were going to practice in the laboratory, in this case, distillation. *Fig. 2* shows some of the results of the questionnaire related to the whole experience with the practical teaching module, 100% (73% agree and 27% strongly agree) of the students agreed that the practical teaching module increased their understanding of the principle that was studied. *Fig. 2* also shows the students' overall evaluation of the practical teaching module, 73% of the students gave a score of 4 over 5, and 27% a score of 5.



*Fig. 1.* Simulation Session Questionnaire. QS1: The simulation exercises were useful for learning. QS2: The simulation exercises increase my understanding of the distillation process.



*Fig. 2.* Practical Teaching Module Evaluation. QM1: The Distillation Module increase my understanding about the principles of distillation. QM4: The Simulation Session is an essential part of the Distillation Module.

#### 3.2 Focus Group Interview and Individual Interviews

The following statements were gathered from the study of the transcription of the recordings made during the focus group interview and individual interviews, as a general overview of the students' appreciation of the practical teaching module:

1. The students were satisfied with the teaching module structure (five stages: briefing, simulation session, simulation debriefing, laboratory work and final debriefing). Below is shown a comment of one of the students referring to the debriefing sessions:

"I liked that we have these summaries afterward, you kind of get a deeper understanding." (Anon. Stud. 6)

2. The students showed enthusiasm for the simulation session, they liked having a "schematic overview" of the process before going to the lab, and the possibility of making changes in the simulation and analyzing the effect on the system. However, they indicated as well, that the simulation model should be improved in order to get even better results. Some of the comments about the simulation session are presented below:

"I like the simulation lab, because there we were introduced to the real lab, so I think it is good." (Anon. Stud. 2)

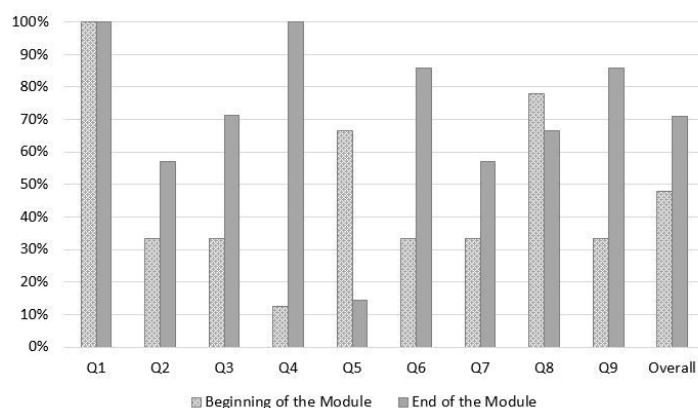
"...it was a bit confusing. But I see the potential as well; it was nice to get a schematic overview." (Anon. Stud. 7)

“That was very good, then you can actually see it, and you can actually picture it for yourself, and you can actually test out what would happen if you make the heater warmer.” (Anon. Stud. 4)

3. In general, the students considered they reached the learning goals of the teaching module.
4. It is important for the students to be aware of the learning goals from the beginning of the teaching module, so they can analyze if they are fulfilling them.

### 3.3 Theoretical pre- and post-tests (Quiz)

A theoretical multiple-choice test (quiz) with basic concepts of distillation was imparted at the beginning and at the end of the practical teaching module, this was done with the aim to observe the students' improvement by the end of the module. The test was implemented in “Kahoot!” The results from the quiz are shown in *Fig. 3*. The quiz consisted of nine questions, the figure shows the percentage of students that selected the correct answer for each question, and the overall percentage of correct answers is shown at the right end of the figure. It can be seen a noticeable improvement in six of the questions (Q2, Q3, Q4, Q6, Q7 and Q9). The first question had 100% of correct answers both times. Question five shows a significant decline of correct answers, it indicates there was a confusion among the students, so the question statement should be refined. Question eight also had a decline of correct answers but just by 11%.



*Fig. 3.* Comparison of the quiz results at the beginning and at the end of the teaching module

## 4 DISCUSSION

The practical teaching module was developed in order to give the students a more solid and interactive preparation for the laboratory work. The results obtained indicate that positive outcomes were achieved. The questionnaires results are very promising and show that the teaching strategy for laboratory preparation had a good level of acceptance among a significant majority of the 22 active students, and it was also considered helpful. This was further confirmed during the focus group interview and the individual interviews, where some of the students expressed openly their opinions about the practical teaching module. Some of the general statements gathered from the focus group interview and the individual interviews show how students felt about using simulation as experiential learning [11], they were satisfied with having the safe option of trial and error exercises. On the other hand, during the focus group interview, the students also agreed that the debriefing sessions were useful to get “a deeper understanding” of the activities realized, which indicates that the debriefing sessions' purpose of giving the students the chance to reflect on what was done, was fulfilled, and these reflections should influence positively their learning process [16].

Finally, besides the questionnaires results and direct opinions obtained from the students, it was necessary to develop quantitative assessments that would allow us to confirm the students' knowledge in a more tangible way. Therefore, a theoretical pre-and post-test with basic concepts of the subject matter was prepared. The theoretical test was imparted at the beginning and at the end of the practical teaching module, this way the results could be compared, and improvements would be noticed, which was the case. The overall results indicate that there was an increase of 23% of correct answers the second time the quiz was taken at the end of the practical teaching module, which is in agreement with the questionnaires results and the students feedback, and can be considered as a concrete prove of the students' improvement after participating in the practical teaching module.

## 5 CONCLUSIONS

In this work we have developed an interactive practical teaching module combining simulation, laboratory work and reflection. Both qualitative and quantitative research was performed to get better insights into the students' learning processes and learning outcomes. The quantitative results show that students' knowledge on the engineering subject increased by 23%, which indicates that the practical module has very positive effect on learning. Qualitative research interviews enables the students to tell about their experiences and give anonymous feedback on the teaching module. The main findings of the qualitative research show that the students appreciate the possibility for trial- and error in safe simulation environment, and they like the structure of the module. Students' suggestions for further work include: tour at the laboratory to introduce the "real situation" before the practical teaching module, some technical improvements on the simulation model, and more build-in information/help in the simulation model.

## REFERENCES

- [1] T. M. Komulainen, R. Enemark-Rasmussen, G. Sin, J. P. Fletcher, and D. Cameron, "Experiences on dynamic simulation software in chemical engineering education," *Education for Chemical Engineers*, vol. 7, no. 4, pp. e153-e162, 12// 2012.
- [2] D. S. Patle, Z. Ahmad, and G. P. Rangaiah, "Operator training simulators in the chemical industry: Review, issues, and future directions," *Review of Chemical Engineering*, 2014.
- [3] T. Komulainen, T.-A. Krakeli, S. Rolfsen, and D. Cameron, "Integrating online simulation and experiments for chemical engineering education," in *SIMS 2010. The 51st Conference on Simulation and Modelling*, Oulu, Finland, 2010.
- [4] T. M. Komulainen, "Integrating commercial process simulators into engineering courses," presented at the 10th IFAC Symposium Advances in Control Education, University of Sheffield, 2013.
- [5] T. Komulainen and T. Løvmo, "Large-Scale Training Simulators for Industry and Academia," in *55th Conference on Simulation and Modelling*, Aalborg, Denmark, 2014, vol. 128-137, no. 108: Linköping University Electronic Press.
- [6] L. A. Marcano and T. M. Komulainen, "Constructive Assessment Method for Simulator Training," presented at the The 9th Eurosim Congress on Modelling and Simulation, Oulu, 12.-16.9.2016, 2016.
- [7] R. R. Hake, "Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses," *Americal Journal of Physics*, vol. 66, pp. 64-74, 1998.
- [8] S. Freeman *et al.*, "Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, p. 6, 15.04.2014. doi: 10.1073/pnas.1319030111
- [9] J. M. Fraser, A. L. Timan, K. Miller, J. E. Dowd, L. Tucker, and E. Mazur<sup>1</sup>, "Teaching and physics education research: bridging the gap," *Reports on Progress in Physics*, vol. 77, no. 3, p. 17. doi: 10.1088/0034-4885/77/3/032401
- [10] D. Boud, R. Cohen, and J. Sampson, *Peer Learning in Higher Education: Learning from & with Each Other*. Kogan Page, 2001.
- [11] P. Moxnes, *Læring og ressursutvikling i arbeidsmiljøet*, 2nd ed. Oslo, 1983.
- [12] V. Aarkrog, *Fra teori til praksis : undervisning med fokus på transfer*. København: Munksgaard, 2010, p. 144.
- [13] R. E. Haskell, *Transfer of learning : cognition, instruction and reasoning*. San Diego, Calif.: Academic Press, 2001, pp. xx, 241 s. : ill.
- [14] M. Eraut, "Transfer of knowlwdge between education and workplace settings," in *Workplace learning in context*, H. Rainbird, A. Fuller, and A. Munro, Eds. London/New York: Routledge, 2004, pp. 201-221.
- [15] H. Spetalen and R. Sannerud, "Erfaringer med bruk av simulering som transferstrategi," (in Norwegian), *Nordic Journal of Vocational Education and Training*, vol. 3, p. 17, 2013.
- [16] C. Rodgers, "Defining reflection: Another look at John Dewey and reflective thinking," *Teachers college record*, vol. 104, no. 4, pp. 842-866, 2002.
- [17] B. Bjørndal and S. Lieberg, *Nye veier i didaktikken?: En innføring i didaktiske emner og begreper*. Oslo: Aschehoug, 1978.
- [18] S. Kvale and S. Brinkmann, *InterViews: Learning the Craft of Qualitative Research Interviewing*, 2nd ed. ed. California, 2009.
- [19] R. Krueger, "Designing and Conducting Focus Group Interviews," University of Minnesota, St. Paul 2002.
- [20] Kongsberg. (2016). *K-Spice: A new and powerful dynamic process simulation tool*. Available: <https://www.kongsberg.com/en/kongsberg-digital/news/2009/june/0625 kpice/>

# Hvordan teknologi bidrar til biologistudenters motivasjon og læring

L. M. Jenø, *bioCEED - Senter for fremragende utdanning i Biologi. Institutt for Biologi, Universitetet i Bergen, Norge*, J.A. Grytnes, *Institutt for Biologi, Universitetet i Bergen, Norge*, og Vigdis Vandvik, *bioCEED - Senter for fremragende utdanning i Biologi. Institutt for Biologi, Universitetet i Bergen, Norge*.

**SAMMENDRAG:** Studenter har mer enn noensinne tilgang til datamaskiner, nettbrett, og smarttelefoner. Rapporter viser at over 92 prosent av studentene har tilgang til slike elektroniske verktøy (OECD, 2015). Samtidig viser en nasjonal representativ studie av biologistudenter at studentene også generelt er fornøyd med tilgangen på slike verktøy på studiet (Hole et al., 2016). Mulighetene for å støtte studenters motivasjon og læring gjennom elektroniske verktøy er store. Gjennom to studier har bioCEED – Senter for fremragende forskning i Biologi, forsket på effektene av mobillæring og motivasjon, ved å sammenligne en mobil applikasjon med en tradisjonell bok som biologistudenter bruker for å identifisere arter. Resultatene fra eksperimentene bekreftet dette. Studentene som brukte mobilapplikasjonen, sammenlignet med studentene som brukte boken, hadde høyere indre motivasjon, opplevde mer mestring, og skåret bedre på en test. Studentene som brukte mobilapplikasjonen opplevde en økning i viktighet av å kunne arter over tid, enn studenter som brukte boken. Studenter som brukte boken hadde også mindre oppmerksomhet og positive følelser, og mer negative følelser over tid etter å ha brukt boken, enn det studenter som brukte mobilapplikasjonen hadde. Å bruke teknologi kun for å implementere det har ingen effekt på læring. Ved å tolke resultatene gjennom å bruke den mest brukte motivasjonsteorien Selvbestemmelsesteorien, kan vi forstå hvilken effekt teknologi har på studenters læring, hvorfor noen studenter blir motiverte, og hvordan ulike faktorer har en direkte og indirekte effekt på læring.

## 1 INTRODUKSJON

Elektronisk-læring (e-læring) har vært implementert i undervisningen i siden 80-tallet. Nylig har også mobil-læring (m-læring) blitt anvendt for støtte studenters læring. Samfunnsmessige utviklinger og teknologiske nyvinninger har bidratt til at utviklingen av nye verktøy kan anvendes i undervisningen. Det er flere fordeler ved å bruke elektroniske læringsverktøy. For det første brukes slike verktøy i stor grad av studentene. I Norge viser rapporter at over 92% av dagens studenter har tilgang til ulike elektroniske læringsverktøy i hjemmet (OECD, 2015). Videre, har over 97% av unge studenter smarttelefoner i Norge (Vaage, 2015). For det andre viser forskning at både studenter og undervisere er tilfredse med å bruke teknologi i undervisningen, og at det rapporteres som ønskelig å bruke (Wu et al., 2012). I en nylig rapport med et nasjonalt representativt utvalg av biologistudenter viste resultater at studenter generelt er fornøyd med datatilgangen på universitetene (Hole, et al., 2016). Til sist kan også teknologi bidra til å fremme en høyere grad av læringssentrert undervisning (Jenø, 2015; Raaheim, 2013). Det er således store muligheter for å anvende både teknologiske løsninger og smarttelefoner.

Det er tidligere blitt foreslått ulike modeller og mini-teorier for å forklare sammenhengen mellom teknologi og studenters læring. En teori som tidligere har vist seg nyttig å anvende for å undersøke hvilke effekter miljøet (e-læring) har på studenters motivasjon og læring (prestasjoner) er Selvbestemmelsesteorien.

## 2 SELVBESTEMMELSESTEORIEN

I henhold til Selvbestemmelsesteorien (SDT: Deci & Ryan, 1985) har alle mennesker tre grunnleggende psykologiske behov for autonomi, kompetanse og tilhørighet. Autonomi, kan defineres som å oppleve selvbestemmelse, initiering og regulering av egen atferd. Kompetanse kan defineres som muligheten til å oppleve effektivitet i en interaksjon med miljøet og å uttrykke ens kapasiteter og evner. Til sist kan tilhørighet defineres som ens behov til å være knyttet til andre, og å oppleve nærhet

til betydningsfulle andre eller i miljøet. Støtte av disse tre psykologiske behov har vist seg viktig for psykologisk velvære, indre motivasjon og prestasjoner i skolekontekster (Ryan & Deci, 2000).

I følge Deci and Ryan (1985) innehar studenter et potensiale for å være indre motiverte. Det er imidlertid mange aspekter ved utdannelsen som ikke er iboende interessant, eller ulike faktorer som kan ødelegge studentenes iboende indre motivasjon. For eksempel kan det å levere inn rapporter være relativt umotiverende, mens det å delta i felt kan være motiverende. I henhold til SDT, kan faktorer som valg og frihet, optimale utfordringer og tilbakemeldinger, og psyko-sosial støtte være med å øke studenters motivasjon for læring ved at studenter tar innover seg viktigheten av å gjøre aktiviteten. Studentene blir ikke indre motiverte, men blir i høyere grad mer selvbestemte. Tidligere studier har vist at selvbestemte studenter presterer bedre på skolen (Jeno & Diseth, 2014) og faller i mindre grad av studiet (Hardre & Reeve, 2003).

### 3 IDENTIFISERING AV ARTER

Pilottesting gjort ved bioCEED har vist at det å identifisere starr er både vanskelig og relativt uinteressant for biologistudenter. Starr er en gressliknende art som det fins 104 ulike typer av i Norge. Tradisjonelt har studentene brukt boken Norsk Flora (Lid & Lid, 2005). For å identifisere en art må studenten gjennom en rekke spørsmål (nøkler), vanligvis 8-10 spørsmål. Disse nøklene er dikotome og hierarkiske i natur. Det vil se at de går fra det generelle til det spesifikke ved å svare på ja/nei spørsmål. Norsk Flora er omfattende og krever solid bakgrunnskunnskap for å kunne identifisere korrekt art. Boken kan også være lite velegnet for å ta med felt fordi den er stor og kan bli våt i regnfulle dager. Et alternativ redskap for å identifisere arter er ArtsApp (bioCEED, 2015). ArtsApp ble utviklet for å forenkle identifiseringsarbeidet til studentene i biologi, og kan brukes på smarttelefon eller nettbrett. ArtsApp inneholder alle starr som finnes på fastlandet. Identifiseringsprosessen i ArtsApp er mer dynamisk. Studentene får mulighetene til å starte identifiseringsprosessen i hvilken rekkefølge de selv ønsker. Studentene får også tilbakemeldinger underveis om hvor mange arter de har igjen før de finner den korrekte, og hvor mange arter de har eliminert. ArtsApp er også geografisk ”smart” ved at den ekskluderer arter som ikke er i geografisk nærhet, og inneholder bilder av de ulike artene.

Artskunnskap har i de senere årene blitt gitt mindre betydning i utdannelsen, og flere påpeker at biologistudentene er blitt ”økologi-analfabeter” (Lawler, 2016, February 26; Parkin, 2016, February 26). I en verden med stadig større klimaendringer, klimaskeptikere, og debatter rundt invaderende arter, er det viktig at studenter tilegner seg ferdigheter for å kunne identifisere arter, forstå konsekvensene av å ha fremmede arter i en gitt flora, og kunne forstå sammenhengen mellom biologisk mangfold og arters naturlige bevegelser på tvers av områder. En måte for å bidra til å øke studenters interesse og engasjement for artsidentifikasjon som bioCEED foreslår er å inkorporere innovative undervisningsmetoder. Tidligere studier har vist at studenter og undervisere både ønsker mer av slike løsninger, og er fornøyd med de eksisterende teknologiske løsningene (Hole, et al., 2016; Schmid et al., 2014; Tømte & Olsen, 2013; Wu, et al., 2012).

### 4 MOTIVASJON OG LÆRING

Lite forskning har vært gjort på effekten av elektronisk læring, og spesielt mobillæring, på studenters motivasjon, mestring og prestasjoner i et motivasjonsperspektiv (Hartnett, 2016; Koh, 2016). Det er derfor viktig å undersøke hvilke effekter slike teknologiske læringsverktøy har på studenters motivasjon og læring. Gjennom to studier har forskere ved bioCEED – Senter for fremragende utdanning i Biologi (bioCEED, 2013), forsket på effekten av mobillæring på studenters motivasjon og læring. Det ble antatt at ArtsApp, relativ til Norsk Flora, skulle positivt bidra til bedre skår på identifisering av arter, bidra til høyere motivasjon og mestring.

I første studie (Jeno, Grytnes, & Vandvik, 2017) ble 70 studenters randomisert i to grupper, en eksperimentell (ArtsApp) og en kontroll (Norsk Flora). Studentene i den eksperimentelle gruppen ble gitt ArtsApp for å svare på en test ved å identifisere tre arter samt svare på 6 spørsmål. Studentene i kontrollgruppen ble gitt Norsk Flora. Etter å ha gjennomført testen ble studentene gitt et spørreskjema som målte studentenes motivasjon, mestring og interesse/viktighet av å identifisere arter. For det første viste resultatene at studentene som brukte ArtsApp skåret signifikant bedre på testen sammenlignet med studentene som hadde brukt tekstboken. Studentene som brukte ArtsApp hadde signifikant høyere indre motivasjon og opplevde mer mestring. For det ande, gjennom en stianalytisk modell



(SEM), fant forskere at studenter som brukte ArtsApp predikerte både indre motivasjon og mestring, som igjen predikerte studentenes prestasjoner på testen. Til sist viste resultatene gjennom hierarkisk regresjonsanalyse at studentene som brukte ArtsApp og som var selvbestemte hadde høyere grad av interesse i artsidentifikasjon og oppfattet viktigheten av å kunne arter.

I lys av disse resultatene ble et nytt eksperiment gjennomført. I andre studien (submitted) ble 58 studenter randomisert i to grupper, en eksperimentell (ArtsApp) og en kontroll (Norsk Flora). Før eksperimentet startet ble studentene emosjoner (psykologisk affekt) målt. Så ble eksperimentet gjennomført som i studie 1 med en måling igjen av emosjoner i etterkant av eksperimentet. For det første viste studie 2 at studentene skåret signifikant høyere på både indre motivasjon og mestring. Resultatene viste ingen forskjell på prestasjoner, skjønt at studentene som brukte ArtsApp hadde gjennomsnittlig høyere poeng sum på testen. For det andre viste resultatene å bruke ArtsApp var signifikant mer effektiv (studentene brukte 5 min mindre med ArtsApp enn med tekstboken), og studentene som brukte ArtsApp opplevde signifikant høyere autonomi (frihet og valg) enn studentene som brukte Norsk Flora. Til sist viste resultatene at studentene som brukte Norsk Flora hadde en signifikant økning fra pre-måling til post-måling i negative emosjoner (affekt). Det var ingen forskjell for studentene som brukte ArtsApp. Resultatene viste en signifikant nedgang i positive emosjoner (affekt) for studentene som brukte Norsk Flora.

## 5 KONKLUSJON

Elektroniske verktøy kan bidra med å støtte studenters læring og øke studentenes motivasjon. Spesifikt kan mobillæring bidra til å støtte biologistudenters motivasjon og læring for å identifisere arter. Vi argumenterer for at ArtsApp støtter studentenes psykologiske behov for autonomi og kompetanse ved å tilby flere valg og muligheter under den dynamiske identifikasjonsprosessen, og mestringsrelevant tilbakemeldinger ved at studentene konstant kan ha oversikt over identifikasjonsprosessen. Vi anbefaler biologiundervisere til å ta i bruk mobile læringsverktøy, spesifikt ArtsApp for å identifisere arter. Dette fordi ArtsApp ikke bare bidrar til økt motivasjon og mestring, men den identifiserer raskere og har høyere grad av korrekte svar. Til sist bidrar ArtsApp til bedre psykologisk velvære som er viktig for en optimal læringsprosess.

## REFERENCES

- bioCEED. (2013). Senter for fremragende utdanning - bioCEED. Retrieved from <http://www.nokut.no/no/Universitet-og-hoyskoler/Sentre-for-fremragende-utdanning-SFU/Sentre/bioCEED/>
- bioCEED. (2015). ArtsApp Carex Norge. Retrieved from <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bioceed.artsapp.artsapp1&hl=fr>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum Press.
- Hardre, P. L., & Reeve, J. (2003). A Motivational Model of Rural Students' Intentions to Persist in, Versus Drop Out of, High School. *Journal of Education Psychology, 95*(2), 347-356. doi:10.1037/0022-0663.95.2.347
- Hartnett, M. (2016). *Motivation in online education*. Singapore: Springer.
- Hole, T. N., Jenø, L. M., Holtermann, K., Raaheim, A., Velle, G., Simonelli, A. L., & Vandvik, V. (2016). *bioCEED Survey 2015*. Retrieved from University of Bergen, Bora - Bergen Open Research Archive: <http://hdl.handle.net/1956/11952>.
- Jenø, L. M. (2015). Encouraging Active Learning in Higher Education: A Self-Determination Theory Perspective. *International Journal of Technology and Inclusive Education, 5*(1), 716-721.
- Jenø, L. M., & Diseth, Å. (2014). A self-determination theory perspective on autonomy support, autonomous self-regulation, and perceived school performance. *Reflecting Education, 9*(1), 1-20.
- Jenø, L. M., Grytnes, J.-A., & Vandvik, V. (2017). The effect of a mobile-application tool on biology students' motivation and achievement in species identification: A Self-Determination Theory perspective. *Computers & Education, 107*, 1-12. doi:10.1016/j.compedu.2016.12.011
- Koh, C. (2016). Translating motivational theory into application of information technology in the classroom. In W. C. Liu, J. C. K. Wang & R. M. Ryan (Eds.), *Building autonomous learners. Perspectives from Research and Practice using Self-Determination Theory* (pp. 245-258). Singapore: Springer.

- Lawler, S. (2016, February 26). Identification of animals and plants is an essential skill set. *The Conversation*. Retrieved from <http://theconversation.com/identification-of-animals-and-plants-is-an-essential-skill-set-55450> website:
- Lid, J., & Lid, D. (2005). *Norsk flora* (7 ed.). Oslo: Det Norske Samlaget.
- OECD. (2015). *Students, Computers and Learning. Making the Connection*. PISA: OECD Publishing.
- Parkin, M. (2016, February 26). Save field biology skills from extinction risk. *Times Higher Education*. Retrieved from <https://www.timeshighereducation.com/comment/opinion/save-field-biology-skills-from-extinction-risk/2018721.article> website:
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. doi:10.1037/110003-066X.55.1.68
- Raaheim, A. (2013). *Råd og tips til deg som underviser*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Schmid, R. F., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Tamim, R. M., Abrami, P. C., Surkes, M. A., . . . Woods, J. (2014). The effects of technology use in postsecondary education: A meta-analysis of classroom applications. *Computers & Education*, 72, 271-291. doi:10.1016/j.compedu.2013.11.002
- Tømte, C., & Olsen, D. S. (2013). *IKT og læring i høyere utdanning. Kvalitativ undersøkelse om hvordan IKT påvirker læring i høyere utdanning*. (Report 32). Oslo: NIFU STEP.
- Vaage, O. F. (2015). *Norwegian Media Barometer*. Oslo: Statistics Norway.
- Wu, W.-H., Wu, Y.-C. J., Chen, C.-Y., Kao, H.-Y., Lin, C.-H., & Huang, S.-H. (2012). Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. *Computers & Education*, 59(2), 817-827.

# Digital evaluering som eksamens- og læringsverktøy

C. H. Gørbitz, A. Tandberg og H. E. Kleivane,  
*Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, Universitetet i Oslo*

**ABSTRACT:** Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet ved Universitetet i Oslo gjennomførte høsten 2014 sin første digitale eksamen. Etter en gradvis oppskalering vil etter planen avsluttende skriftlig eksamen nesten uten unntak gjennomføres digitalt i 2019. I et samfunn preget av datateknologi på praktisk talt alle områder, fremstår i dag en tradisjonell penn-og-papir eksamen som noe av en anakronisme, men vår motivasjon for prosessen er ikke å bli digitale for det digitales egen skyld. Snarere ser vi at det nå finnes eller er under utvikling PC-baserte eksamensverktøy som åpner muligheter det ville være nærmest uforvarlig å ignorere og ikke ta i bruk. Blant disse er: bedre kvalitetssikrede oppgavesett, nye oppgavetyper, robust sensur, tidseffektive løsninger, enkel arkivering samt underveisevaluering og -opplæring. En faglærer som, overlatt til seg selv, får i oppgave å lage sitt første digitale oppgavesett, vil imidlertid vanligvis gjøre en rekke typiske «nybegynnerfeil». Det er derfor nødvendig at lærestedene bygger opp ekspertise som sikrer at digitale ressurser utnyttes på en god og forsvarlig måte til studentenes beste. Dette inkluderer: A) En felles forståelse av hva slags kompetanse man ønsker at studentene skal ha oppnådd. B) Kunnskap om hvordan eksamensoppgavene (og ikke minst undervisningen i forkant av eksamen) kan og bør utformes for å måle denne kompetansen på en mest mulig hensiktsmessig måte.

## 1 INNLEDNING

Frem til høsten 2014 ble alle skriftlige eksamener ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, Universitetet i Oslo (MNF, UiO), gjennomført som klassiske penn-og-papir innleveringer, en eksamensform som ikke har endret seg mye de siste hundre, for ikke å si tusen år. En eksamen har mange mål og hensikter, der «vurdering for læring» er blitt et etablert begrep, men ikke minst er det vesentlig å måle kandidatens faglige kompetanse på en mest mulig riktig, presis, tidseffektiv og rettferdig måte. Slik sett har en ordinær skriftlig eksamen flere klare begrensninger:

- Visse typer kompetanse er vanskelig å evaluere når kandidaten sitter ved et skrivebord.
- Den tiden som er tilgjengelig kan være for liten og/eller vanskelig å utnytte godt nok.
- Ustrukturerte og til dels uleselige besvarelser vanskeliggjør sensurarbeidet.
- Trykking av oppgavesett, fordeling til eksamenslokaler, videreformidling til sensorer etter eksamen og påfølgende arkivering er arbeidskrevende og lite tidsmessig.
- Ethvert trinn i arbeidsflyten, spesielt under sensurarbeid, innebærer en risiko for menneskelige feil.
- Mange kandidater sliter med å skrive lange besvarelser for hånd og savner verktøy som stavekontroll og mulighet for «cut-and-paste».

MNF gjennomførte de første pilottestene med digital eksamen i 2014, og er nå inne i et oppskaleringsprogram som vil gi alle faglærere mulighet for å avholde digital eksamen fra 2019 (Fig. 1). Til dette formål er det benyttet programvare fra Inspira assessment<sup>[1]</sup> med verktøy for administrasjon, utforming av eksamensoppgaver samt gjennomføring av avsluttende sensur. Vi vil her beskrive våre viktigste erfaringer og anbefalinger ved bruk av digital evaluering innenfor realfag.

## 2 VERKTØY FOR DIGITAL EVALUERING

### 2.1 Definisjon

Mange setter uten videre likhetstegn mellom «digital eksamen» og «flervalgsoppgaver» eller «multiple choice». Det er derfor viktig innledningsvis å påpeke at dette ikke er riktig; «digital eksamen» betyr rent konkret at kandidaten sitter ved og leverer sin besvarelse på en PC i stedet for på papir. Flervalgsoppgaver kan benyttes ved begge typer eksamener.

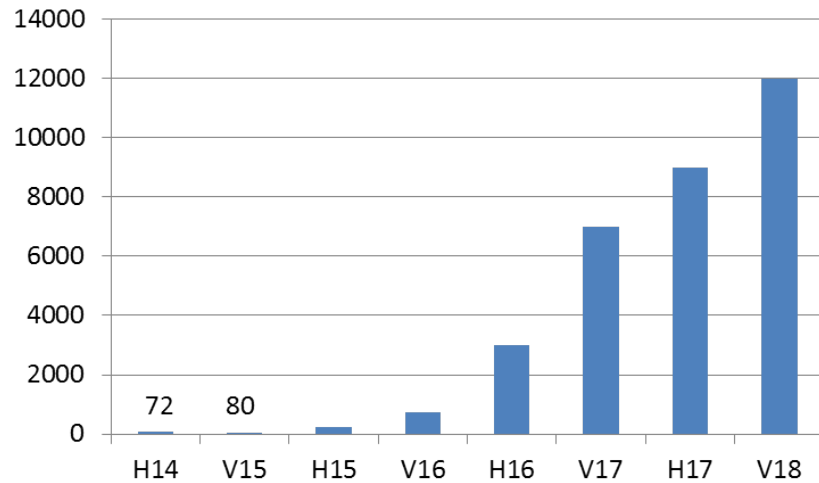


Fig. 1. Antall kandidater ved planlagte og gjennomførte digitale eksamener ved MNF, UiO.

## 2.2 Grunnleggende funksjoner

Ved innlogging i Inespera assessment vises et vindu med fem faner for ulike funksjoner. Faglærer vil bare forholde seg til de to fanene **Oppgaver** (forfatterverktøy) og **Vurdering** (sensurverktøy), mens de tre fanene **Prøver**, **Monitor** og **Rapporter** benyttes administrativt.

## 2.3 Administrativt grunnarbeid

All arbeidsflyt er digital. På forhånd defineres et antall eksamenskommisjoner for hvert emne og hvor mange prosent av det totale antallet innleverte oppgaver hver av dem skal håndtere. Når eksamen er gjennomført, vil administrativt ansvarlig se hvor mange kandidater som har levert, og besvarelsene fordeles på de ulike kommisjonene ut i fra de definerte prosentandelene. Alle sensorer får deretter automatisk tilsendt en epost fra Inespera-systemet om at besvarelsene er klare for sensurering.

## 2.4 Forfatterverktøy og oppgavetyper

Ved å velge fanen **Oppgaver**, deretter **Nytt oppgavesett** og så **Ny Oppgave** får emneansvarlig valg mellom alle tilgjengelige oppgavetyper, Fig. 2.

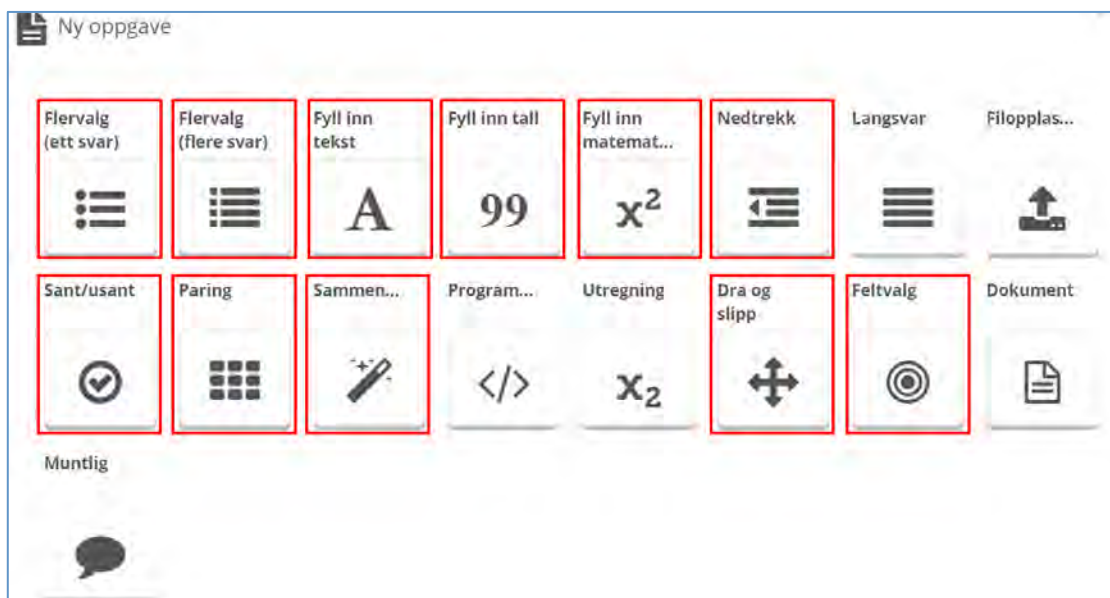


Fig. 2. Oppgavetyper i Inesperas forfatterverktøy. Typer markert med rødt kan rettes automatisk.

## 2.5 Sensurverktøy

I vurderingsmodulen får hver sensor tilgang til alle besvarelser vedkommende skal rette. Etter at arbeidet er gjort, godkjenner man først sin egen sensur før man (etter at alle er ferdige) går videre til avsluttende felles sensur med andre sensorer.

### 3 FORFATTERERERFARINGER

#### 3.1 Komme i gang

Vi har skrevet gode veiledninger<sup>[2]</sup> og hatt møter med faglærere der de har fått hjelp til å komme i gang. Første gang en lærer skal utforme et digitalt oppgavesett må det påregnes ekstra arbeidsinnsats på en håndfull timer for å gjøre seg kjent med systemet, deretter vil ikke tidsbruken forbundet med å utarbeide eksamensoppgavene skille seg vesentlig fra det å skrive dem inn i et Word-dokument.

Det er fort gjort å la seg overvelde av de mange oppgavetyper som er tilgjengelige i systemet. Vår klare anbefaling er imidlertid «å begynne i første etasje», dvs. begrense seg til oppgavetyperne **Langsvar**, som i praksis er akkurat den formen oppgaven ville fått dersom den hadde vært gitt på papir, **Programmering** (primært for informatikk) og eventuelt flervalgsoppgaver, da fortrinnsvis utformet som **Paring** (se under). Dette har til dels sammenheng med at vi har avdekket tekniske problemer med en del av de andre oppgavetyperne, dels at enkelte oppgavetyper har oppbygningsmessige eller sensurmessige svakheter som gjør den lite egnet for vårt formål.

#### 3.2 Automatisk sensur og utfordringer med flervalgsoppgaver

En av de mest opplagte nyvinningene ved digital evaluering, som faglærere begjærlig griper, er *automatisk sensurering*. Et flertall av de tilgjengelige oppgavetyperne har dette som standard (Fig. 2). En eksamen sammensatt utelukkende av slike er naturlig nok besnærende rask å sensurere og er blitt brukt bl.a. til midttermineksamener. Siden kandidaten ikke må bruke tid på å skrive noe selv, ser vi at det er mulig å teste bredt og effektivt selv når tiden er begrenset. Det er likevel grunn til å advare mot for utstrakt bruk av automatrettede oppgaver, og spesielt vil vi påpeke at det er mye vanskeligere enn de fleste tror å lage gode flervalgsoppgaver. Blant mange potensielle problemer vil vi her trekke frem tre hovedutfordringer:

1. *Ikke ligge for lavt i Blooms taksonomi (Fig. 3)*. Det er veldig lett å lage oppgaver som tester memorering, men ikke forståelse, analyse og syntese slik målet bør være på Universitets- og høyskolenivå.

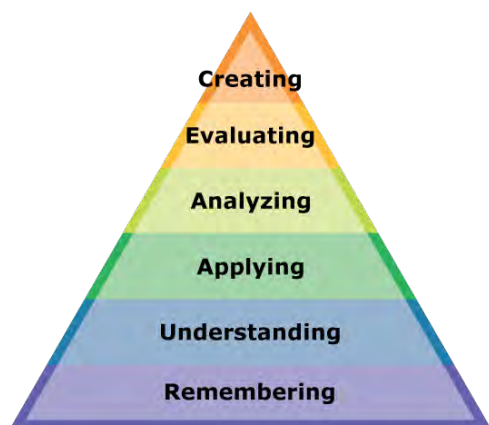
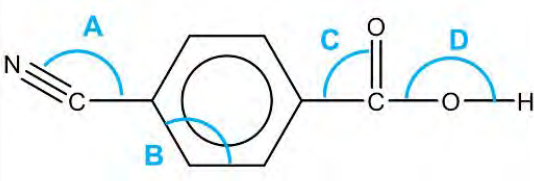


Fig. 3. Blooms taksonomi som beskriver ulike nivåer for egenskaper og ferdigheter knyttet til læring

2. *Ikke belønne ren gjetting*. Vi anbefaler å bygge opp en flervalgsoppgave av minst fire relativt likelydende delspørsmål (som tester forståelsen av samme konsept) i en matrise (**Paring**, Fig. 4) og gi minuspoeng for feil svar. Prinsippet er at summen av poeng for svaralternativene til hvert delspørsmål skal bli 0. I en oppgave med fem svaralternativer kan f.eks. det ene, riktige svaret gi 2 poeng, mens hvert av de fire øvrige, gale svarene gir -0,5 poeng [ $2 + 4 \cdot (-0,5) = 0$ ]. I en Ja/Nei eller Sant/Usant oppgave kan følgelig +1/-1 benyttes for riktig/feil svar. Vi anbefaler videre at det ikke er mulig å få mindre enn 0 poeng på hele oppgaven, dvs at kandidaten ikke drar med seg en eventuell negativ poengsum til påfølgende oppgaver.

3. *Passe på at delvis kompetanse belønnes*. Ved manuell retting vil en sensor alltid dele ut noen poeng (men ikke full score) til svar som ikke er helt riktige, men inneholder «noe av verdi». I automatrettede oppgaver er det (i det minste foreløpig) bare mulig å gi positiv uttelling for ett av svaralternativene. Dette skal ikke gå i kandidatens disfavør. Derfor må det ikke gis svaralternativer som er delvis riktige, f.eks. tallsvar som fremkommer ved at én av flere utregninger i en serie er feil utført. Prinsippet er at *ett svaralternativ skal være helt riktig, de andre skal være helt feil*.

**KJM1100 Oppgave 7 (4 poeng)**



Angi omtrentlige verdier ( $\pm 5^\circ$ ) for de fire vinklene markert i blått i paracyanobensosyre vist over. Merk at dette er en stillsert figur der vinklene kan avvike fra det vi har i det faktiske molekylet.

	90 grader	109,5 grader	120 grader	180 grader
A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fig. 4. Eksempel på oppgavetypen **Paring** gitt ved eksamen i generell kjemi i desember 2016, der en serie spørsmål kobles sammen i en matrise. I dette tilfellet gir riktig svar på hvert delspørsmål 1 poeng, mens feil svar gir -0,33 poeng [ $1 + 3 \cdot (-0,33) = 0$ ].

### 3.3 Håndtegnning i besvarelsene

For matematikkfag kan det være vanskelig eller umulig for studentene å føre inn sine svar med en vanlig teksteditor, og mulighet for håndtegnning under digital eksamen er derfor sterkt ønsket. Flere ulike tekniske løsninger til dette formål har vært utprøvd, inkludert digitale pinner. Valget falt imidlertid på skanning, som vil bli brukt våren 2017. Til dette benyttes en dedikert skanner (*Scantron*), som sørger for at tegningen, utført på et formålsutviklet ark med en unik tallkode, kommer inn i kandidatens besvarelse på riktig sted og blir synlig for sensor. Dette er velprøvd og driftssikker teknologi som bl.a. har vært benyttet ved universiteter i USA i en årrekke.

## 4 SENSURERFARINGER

Faglærere opplever en betydelig økning i effektiviteten i sensurarbeidet, som ofte kan gjennomføres på ned mot halvparten av tiden det tar å rette en penn-og-papireksamen, dette selv uten store innslag av automatrettede oppgaver. Det er flere grunner til dette:

- Behovet for fysisk å bla i besvarelsene er borte siden man går fra én kandidat til den neste og mellom oppgavene i bevarelsen til en kandidat ved enkle tastetrykk. Gevinsten er langt større enn man tror.
- Problemet med uleselig håndskrift, som må tydes bokstav for bokstav, er også borte.
- Avsluttende samsensur kan gjennomføres langt raskere. De oppgavene der to sensorer har ulik vurdering er f.eks. direkte synlige og kan aksesserer med et tastetrykk.

I et digitalt system er det lett å sammenligne kandidatens besvarelser (tastetrykk). Dermed oppnås en potensielt mer enhetlig og rettferdig sensur. Siden karakterene settes fortløpende under sensuren, elimineres også faren for å begå feil under manuell overføring av et stort antall karakterer til regneark. I fremtiden kan det eventuelt bygges inn verktøy for automatisk begrunnelse av karaktersetting, noe som ved klassisk eksamen vil være urimelig tidkrevende for faglærer å gjennomføre.

## 5 TEKNISKE OG ADMINISTRATIVE ERFARINGER

Digital eksamen har medført administrative gevinster. Mest åpenbart er at det ikke lenger er behov for å ta vare på en fysisk kopi av eksamensbesvarelsen, som i stedet er tilgjengelig for kandidater, faglærere og administrative gjennom Feide-innlogging på Insperas servere. Videre hender det at eksamensoppgavesett inneholder feil eller uklarheter. Med digital eksamen har forfattere mulighet til å rette slike helt frem til eksamensstart, men skulle noe likevel bli oppdaget under eksamen, kan en skriftlig fellesbeskjed, utformet av faglærer i samråd med administrativt ansvarlig, sendes ut til alle kandidater gjennom Insperas meldingssystem. Man er da sikker på at alle er blitt orientert.

UiO erfarte gjennom noen semestre med BYOD-eksamen («Bring Your Own Device») at det var et stort behov for et eksamenslokale tilpasset digital eksamen. Et slik ble tatt i bruk i september 2016, i Silurveien 2,<sup>[3]</sup> og vil fra neste høst ha en kapasitet på 680 eksamensplasser. Hver plass er klargjort med en spesialtilpasset, stasjonær PC. Universitetets IT-tjeneste (USIT) står for driften av denne maskinparken. UiO får dermed en unik mulighet til å videreutvikle teknologiske løsninger, inkludert implementering av ulike tredjepartsprogrammer til bruk under eksamen.

## 6 STUDENTERFARINGER

Studentene er gjennomgående fornøyd med vår gjennomføring av digital eksamen (Fig. 5) og 76 % foretrekker denne eksamensformen.

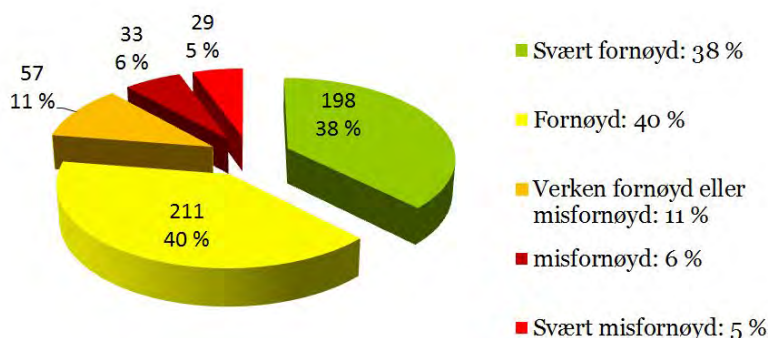


Fig. 5. Studenttilbakemelding på digital eksamen per 03.01.2017

Vanlige klager er manglende mulighet for tegning og tidkrevende eller manglende funksjonalitet for å skrive enkle formler med matematiske uttrykk og symboler.

## 7 OPPSUMMERING OG FREMTIDIGE BEHOV

Etter å ha benyttet digital eksamen én gang ser man seg aldri tilbake, til det er fordelene og mulighetene for åpenbare. Samtidig ser vi at tilgjengelig programvare fortsatt ikke er utviklet til å dekke alle behov innen realfag. Foruten rettelser av rene tekniske feil, har vi overfor leverandøren (Inspira) fremmet tre prioriterte ønsker, som i kortversjon kan formuleres som følger:

1. Bedre muligheter for faglærer til å lage «custom-made» symboler og matematiske verktøy kandidatene kan bruke i besvarelsen på en utvalgt oppgave (brøker, greske bokstaver m.m.).
2. Bedre oversikt over alle sensorers karakterer for en kandidat til bruk ved begrunnelser m.m.
3. Bedre samleoversikt over alle kandidater etter sensur med utførlig statistikk.

Vi tror at innføring av håndtegning med skanning (Scantron) og forbedret funksjonalitet for studentene under eksamen (punkt 1. over) vil øke studenttilfredsheten ytterligere (Fig. 5). Dessuten er det klart at eksisterende og fremtidige oppgavetyper vil kunne brukes på nye og kreative måter for bedre evaluering av et bredere spektrum av ferdigheter enn i dag. Et eksempel er bruk av *video* i eksamensoppgavene. I felfag som geologi og biologi kan man da vise fremførelse av en viktig praktisk ferdighet og be kandidatene kommentere det som gjøres, komme med forslag til forbedringer osv.

Vi ser dessuten innføringen av digital eksamen som en mulighet for institusjonene til å gå gjennom sine rutiner for produksjon av eksamensoppgaver, som bør hentes ut av lukkede rom (enkeltlærere) og kvalitetssikres både i form og innhold til et høyere nivå enn det som er tilfelle i dag. Tester eksamen det den faktisk skal teste i henhold til emnets læringsmål slik de er definert?

Avslutningsvis er det nok en gang grunn til å understreke at det er rikelig med fallgruver både enkeltlærere og institusjoner kan falle i ved innføring av digital eksamen. Det er derfor viktig å bygge opp og dele erfaringer og kompetanse innenfor institusjonene og på nasjonalt nivå for å sikre at dette virkelig blir det kvalitetsfremmende tiltaket det har potensial til å bli.

## REFERANSER

[1] <https://www.inspera.no/>

[2] <http://www.uio.no/for-ansatte/arbeidsstotte/sta/eksamen/digital-eksamen/inspera/mn/>

[3] <https://www.uio.no/om/finn-fram/omrader/andre/silurveien/>

# Digital undervisvurdering i matematikk: Studenters syn på ulike typer formative tilbakemeldinger

Ida Friestad Pedersen, *UIT Norges Arktiske Universitet*. [ida.pedersen@uit.no](mailto:ida.pedersen@uit.no)

**ABSTRAKT:** I denne artikkelen presenteres et forsøk med digital undervisvurdering i matematikk, der fokuset ligger på hvordan studentene oppfatter ulike typer formative tilbakemeldinger i digitale matematikktester. Testene ble laget i Numbas og gjennomført i en av forkursklassene ved UiT Norges Arktiske Universitet, og studentenes synspunkter ble deretter samlet inn gjennom et spørreskjema. Resultatene indikerer at studentene synes digital undervisvurdering fungerer best når de både får en umiddelbar bekreftelse på om de har svart riktig eller galt og utdypende informasjon om hvordan de kan gå fram for å få til oppgaven – helst i form av en tekst eller video som viser løsningen av et lignende (men ikke identisk) eksempel.

**Nøkkelord:** Digital vurdering, matematikk, formative tilbakemeldinger, læring

## 1 INNLEDNING

Vurdering er en sentral del av all undervisning, og kan ha både formative (vurdering for læring) og summative (vurdering av læring) aspekter. I de senere år har flere institusjoner tatt i bruk IKT-verktøy som muliggjør *digital* vurdering i matematikk og relaterte fag (se for eksempel Bertheussen, 2014; Bjørkli & Arnesen, 2015; Brekke, 2015). Digitale vurderingsverktøy kan automatisk rette studentenes svar, slik at de kan få tilbakemeldinger på arbeidet sitt underveis i vurderingssituasjonen. Målet med slike tilbakemeldinger er å gi studenten informasjon både om hvordan de presterer i forhold til gitte læringsmål og om hva de må gjøre for å nå målene sine. Digital vurdering i matematikk kan dermed ha tydelige *formative* aspekter, selv om de også brukes summativt. Denne artikkelen vil rapportere fra et forsøk med digital undervisvurdering i matematikk, og fokuset i denne studien vil ligge på hvordan studentene oppfatter ulike typer av formative tilbakemeldinger i en digital matematikktest. Men først vil jeg kort beskrive en enkel modell for formative tilbakemeldinger med utgangspunkt i faglitteraturen, samt beskrive hva tidligere forskning sier om disse ulike typene tilbakemeldinger i *digitale* vurderingssituasjoner.

### 1.1 Kategorisering av formative tilbakemeldinger

I sin historiske litteraturgjennomgang fastslo Kulhavy og Stock (1989) at effektive tilbakemeldinger gir studenten to typer informasjon: *bekreftelse* og *utdyping*. Dette har så Shute (2008) og Van der Kleij m. fl. (2012) videreutviklet til en modell for å karakterisere ulike typer formative tilbakemeldinger, og en forenklet variant av deres kategorisering skal brukes her:

*Bekreftelse* (BT) er her den enkleste formen for tilbakemelding, som består i å fortelle studenten om svaret han eller hun har gitt er riktig eller ikke.

*Riktig svar* (RT) er en mellomting mellom bekreftelse og utdypning, der studentene ikke bare får vite om deres svar er riktig eller galt, men også får oppgitt hva det riktige svaret er. Dette vil da tilsvare den type tilbakemelding de kan få fra fasiten i ei lærebok.

*Utdypende tilbakemeldinger* (UT) er mer komplekse, og kan i følge Shute (2008) vanligvis forklare hvorfor et svar er feil og/eller gi mer eller mindre detaljert informasjon om hvordan



oppgaven kan løses. I denne studien vil vi skille mellom tre typer utdypende tilbakemeldinger:

- *Relevant teori* (UTT), i form av en kort presentasjon av teori som er relevant for den aktuelle oppgaven.
- *Relevant eksempel* (UTE), i form av en tekst eller video som viser løsningen av et lignende (men ikke identisk) eksempel
- *Utdypende løsningsforslag* (UTL), i form av en tekst som viser en detaljert løsning av den aktuelle oppgaven.

Basert på en meta-analyse av 40 forskningsstudier av formative tilbakemeldinger i digitale vurderingssituasjoner fant Van der Kleij, Feskens og Eggen (2015) at utdypende tilbakemeldinger (UT) og tilbakemeldinger som viser det riktige svaret (RT) hadde klart større betydning for studentenes læring enn tilbakemeldinger som bare bekrefter om studenten har svart riktig (BT). Videre fant de at UT var spesielt nyttig for mer komplekse læringsmål. Det var imidlertid få av disse studiene som hadde undersøkt i hvilken grad studentene faktisk brukte tilbakemeldingene de fikk. Tidligere forskning har vist at studenter ikke nødvendigvis leser og nyttiggjør seg formative tilbakemeldinger i en digital test (se f.eks. Van der Kleij m. fl., 2012). En relevant faktor her er tilbakemeldingenes kompleksitet, da studentene kan bli overveldet og miste motivasjonen for å lese lange utdypende tilbakemeldinger.

Hvis læringspotensialet i formative tilbakemeldinger skal utnyttes er det en forutsetning at flest mulig studenter opplever dem som informative og lærerike, slik at tilbakemeldingene faktisk oppfattes og brukes av majoriteten av studentene. Det synes dermed som det er et stadig behov for forskning på hvordan slike formative tilbakemeldinger oppfattes og brukes av studenter. Målet med denne artikkelen er å bidra til dette, ved å drøfte

- (i) Hvordan studenter oppfatter umiddelbare bekræftende tilbakemeldinger (BT) i en digital matematikktest, og
- (ii) Hvilke typer utdypende tilbakemeldinger (UTT, UTE eller UTL) de opplever som mest lærerike i en digital matematikktest.

## 2 METODE

### 2.1 Digital formativ vurdering med Numbas

I denne studien ble de digitale matematikktestene laget i Numbas, som er et web-basert vurderingssystem utviklet ved Newcastle University (Foster m. fl., 2012). Kort fortalt kan man i dette systemet lage matematikkoppgaver der studentene selv skriver inn et algebraisk eller numerisk svar, og der disse svarene rettes automatisk slik at studentene får en umiddelbar tilbakemelding på arbeidet sitt. Det er mulig å lage oppgaver med randomiserte parametre, slik at hver enkelt student får sin unike versjon av en gitt oppgave. Videre har man muligheten til å legge inn ulike typer formative tilbakemeldinger til hver oppgave.

Et eksempel på en oppgave laget i Numbas er vist i Figur 1 nedenfor. Det øverste skjermbildet viser hvordan oppgaven opprinnelig ser ut for studentene, mens det nederste skjermbildet viser hvordan man kan taste inn en løsning i svarboksen, samt et eksempel på et hint til hvordan oppgaven kan løses. Legg merke til at Numbas viser hvordan programmet tolker det innskrevne uttrykket i det grå feltet ved siden av svarboksen. Når studentene arbeidet med en slik oppgave hadde de flere muligheter for å få tilbakemelding ved å trykke på ulike knapper:

- «Submit answer» gir en enkel bekræftelse (BT) på om svaret er riktig (viser seg som en grønn hake, som i Figur 1) eller galt (viser seg som et rødt kryss)
- «Show steps» gir en utdypende tilbakemelding. Denne kunne her være i form av en kort presentasjon av relevant teori (UTT), et relevant eksempel (UTE) eller et utdypende

løsningsforslag (UTL). I figur 1 vises en skjermdump fra en video med et relevant eksempel

- «Reveal answers» oppgir det riktige svaret (RT). På grunn av måten Numbas er konstruert vil de da samtidig få opp eventuelle utdypende tilbakemeldinger.

The image displays two screenshots of the Numbas interface. The top screenshot shows a question titled "Kjerneregul 1 (kap 7 Sinus)" asking to differentiate the function  $f(x) = \sqrt{2x^3 + 3}$ . The input field for  $f'(x)$  is empty. The bottom screenshot shows the same question with the answer  $\frac{3x^2}{\sqrt{2x^3 + 3}}$  entered and marked correct. A video player overlay on the right shows handwritten work for the same problem using the chain rule:  $f(x) = \sqrt{x^2 - 2x}$ ,  $f'(x) = g'(u) \cdot u'(x)$ ,  $u(x) = x^2 - 2x$ ,  $g(u) = \sqrt{u}$ ,  $u'(x) = 2x - 2$ .

Figur 1. Eksempeloppgave. Numbas er utviklet ved Newcastle University, <https://numbas.mathcentre.ac.uk/>

Hvis studentene valgte å få oppgitt det riktige svaret eller et fullstendig løsningsforslag, fikk de ikke poeng på oppgaven og måtte eventuelt generere en ny oppgave ved å re-randomisere parametrene («Try another question like this one»). Denne muligheten hadde de også hvis de fikk til oppgaven, slik at de selv fritt kunne velge å gjøre flere oppgaver av samme type.

## 2.2 Datainnsamling

En av forkursklassene ved UiT gjennomførte høsten 2016 to digitale tester i Numbas som en obligatorisk innlevering. Tematisk omfattet disse testene logaritmer og eksponentialfunksjoner, derivasjon og funksjonsdrøftning. I tillegg fikk de en introduksjon til programmet Numbas og syntaksen for å skrive inn algebraiske svar gjennom en kort, ikke-obligatorisk test. Etter at testene var gjennomførte ble studentene invitert til å besvare et spørreskjema med både avkryssningsspørsmål og åpne spørsmål. Avkryssningsspørsmålene handlet om hvor godt de likte de digitale testene, hvordan de opplevde læringseffekten, hvilke typer formative tilbakemeldinger de foretrakk, og om de ønsket flere digitale tester. I de åpne spørsmålene ble de så bedt om å utdype og begrunne svarene sine.

30 studenter fullførte de digitale testene, og 10 av dem besvarte spørreskjemaet. I det følgende vil jeg presentere resultater relatert til studentenes syn på de formative tilbakemeldingene. Siden antallet respondenter er så lavt må dette ikke betraktes som generaliserbare resultater, men heller som et utgangspunkt for refleksjon rundt digital undervisningsvurdering i matematikk.

### 3 DRØFTING AV RESULTATER

Studentene var i all hovedsak positive til digital undervisvurdering i matematikk; 8 av 10 respondenter oppga at de likte de digitale testene ganske godt eller svært godt, og samme antall mente at de ville ønsket flere digitale tester i kurset. Deres begrunnelser gir oss noe informasjon om hvordan respondentene oppfattet de ulike typene formative tilbakemeldinger.

Bare to av de responderende studentene nevner eksplisitt at de satte pris på å få en umiddelbar bekreftelse på om svaret deres var riktig eller galt, og resultatene fra denne lille studien synes dermed å støtte opp under at bekreftende tilbakemeldinger (BT) har en begrenset formativ verdi (se Van der Kleij m. fl., 2015). Dette inntrykket nyanseres dog noe av at ytterligere to studenter implisitt beskriver at umiddelbar BT var gunstig for deres læring, ved at de trekker fram muligheten for å prøve flere ganger på samme oppgave som noe positivt ved de digitale testene. I denne sammenhengen var det viktig for disse studentene at de fikk vite om svaret var riktig eller galt, men at de *ikke* fikk vite hva det riktige svaret (fasiten) var. Det synes dermed som umiddelbare BT har en viktig funksjon, selv om de har begrenset formativ verdi hvis de ikke suppleres med utfyllende informasjon om hvordan studenten kan angripe oppgaven. Dette bringer oss til de utdypende tilbakemeldingene.

I de åpne spørsmålene uttrykte majoriteten (6) av studentene at de satte stor pris på de utdypende tilbakemeldingene i form av ulike hint og tips til hvordan en oppgave kunne løses. Tabell 1 nedenfor gir flere detaljer om studentenes syn på disse formative tilbakemeldingene, og viser at studentene mente de hadde størst læringsutbytte av et relevant eksempel (UTE), enten i form av en kort tekst eller video. Påfallende få studenter mente de hadde nytte av å få se et fullstendig løsningsforslag (UTL), og de syntes heller ikke at en presentasjon av relevant teori (UTT) var spesielt lærerik når de ikke samtidig fikk sett denne teorien bli brukt i et eksempel.

Spørsmål	Svarkategorier	Responser
<b>Hvilke typer hint og tips synes du var mest lærerike? (Du kan velge inntil 2 svar)</b>	En tekst som viser løsningen av et lignende (men ikke identisk) eksempel	(UTE) 7
	En kort presentasjon av relevant teori, uten løsning av eksempel	(UTT) 2
	En kort video som viser løsningen av et lignende (men ikke identisk) eksempel	(UTE) 6
	Fullstendig løsningsforslag av nøyaktig den oppgaven du fikk, med påfølgende krav om å generere en ny oppgave	(UTL) 1

*Tabell 1. Studentenes svar på avkryssningsspørsmål i spørreskjemaet. Høyre kolonne angir antall studenter som krysset av for de ulike svaralternativene. Merk at studentene her kunne velge inntil 2 alternativer.*

Shute (2008) trekker fram at tilbakemeldinger bør være så enkle og konsise som mulig, og at man bare bør tilby studentene akkurat nok informasjon til å hjelpe dem videre. Resultatene i tabell 1 kan tyde på at studentene får for lite hjelp av UTT, og for mye informasjon når de presenteres for en UTL som fratrukker dem muligheten til å selv løse oppgaven. Alternativt kan problemet være at studentene i tilfellet med UTL må lese og forstå hovedtrekkene i løsningsforslaget til en oppgave, og deretter huske det de har lært når de genererer en ny (men liknende) oppgave. Dette kan stille større krav til studentene enn å se et tilsvarende eksempel parallelt med at de løser en oppgave.

Studentene trakk også fram noen begrensninger ved de formative tilbakemeldingene i disse digitale matematikktestene. Fire av respondentene problematiserte at det i de digitale innleveringene utelukkende er fokus på om svaret er riktig eller ikke. Denne svakheten gjelder ikke bare de enkle bekreftende tilbakemeldingene (BT), for selv om de utdypende

tilbakemeldingene (UT) gir studentene hint og tips om hvordan man kan resonnerer for å løse oppgaven får de ikke en detaljert tilbakemelding på *sin* utregning slik de er vant med fra papirbaserte innleveringer. I tillegg påpekte hele 9 av 10 respondenter at de opplevde syntaksen for innskriving av svar som vanskelig, og at de syntes det var uheldig at de ikke fikk poeng på en oppgave hvis de ikke skrev inn løsningen i riktig format. Sistnevnte kan også sees i sammenheng med at de digitale testene var en obligatorisk innlevering, der studentene måtte ha løst 75 % av oppgavene riktig for å få godkjent arbeidskravet.

#### 4 AVSLUTTENDE KOMMENTARER

Hensikten med formative tilbakemeldinger er å gi studentene informasjon både om hvordan de presterer i forhold til gitte læringsmål og om hva de kan gjøre for å nå målene sine (Nichol & Macfarlane-Dick, 2006; Shute, 2008). Denne artikkelen rapporterer fra et forsøk med digital undervisningsvurdering i matematikk, og viser hvordan ulike typer tilbakemeldinger (bekreftende (BT) og utdypende (UT)) til sammen kan oppfylle begge disse funksjonene. På den måten kan en obligatorisk innlevering, som har klare summative aspekter, også bli en formativ vurderingssituasjon. Man må imidlertid være klar over at tilbakemeldingene i Numbas ikke gir studentene detaljert informasjon om deres egne resonneringer og strategier for oppgaveløsning, slik at det neppe er heldig å erstatte all undervisningsvurdering med digitale tester.

#### REFERANSER

- Bertheussen, B. A. (2014). Automatisk formativ feedback kan gi god motivasjon og læring. *Uniped*, 1(04), 58-72. DOI: [10.3402/uniped.v37.23471](https://doi.org/10.3402/uniped.v37.23471)
- Bjørkli, K., & Arnesen, K. (2015). Kombinert summativ og formativ vurdering i matematikk. *Uniped*, 38(04), 337-344. [https://www.idunn.no/uniped/2015/04/kombinert\\_summativ\\_og\\_formativ\\_vurdering\\_i\\_matematikk#](https://www.idunn.no/uniped/2015/04/kombinert_summativ_og_formativ_vurdering_i_matematikk#)
- Brekke, M. (2015) Erfaring med bruk av digital vurdering i matematikk på ingeniørutdanningen ved UiA. *MNT-konferansen 2015, 18.-19. mars, Bergen*. <http://www.realfagsrekruttering.no/wp-content/uploads/2014/10/43-Brekke.pdf>
- Foster, B., Perfect, C., & Youd, A. (2012). A completely client-side approach to e-assessment and e-learning of mathematics and statistics. *International Journal of e-Assessment*, 2(2). <http://www.ncl.ac.uk/media/wwwnclacuk/mathematicsandstatistics/files/numbas-demo.pdf>
- Kulhavy, R. W., & Stock, W. A. (1989). Feedback in written instruction: The place of response certitude. *Educational Psychology Review*, 1(4), 279-308. <http://rdcu.be/oPIf>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1080/03075070600572090>
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of educational research*, 78(1), 153-189. <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/0034654307313795>
- Van der Kleij, F. M., Eggen, T. J., Timmers, C. F., & Veldkamp, B. P. (2012). Effects of feedback in a computer-based assessment for learning. *Computers & Education*, 58(1), 263-272. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.020>
- Van der Kleij, F. M., Feskens, R. C., & Eggen, T. J. (2015). Effects of feedback in a computer-based learning environment on students' learning outcomes: A meta-analysis. *Review of educational research*, 85(4), 475-511. <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/0034654314564881>

# Individuell «automagisk» tilbakemelding på skriftlig eksamen

Omid Mirmotahari og Yngvar Berg,  
*Universitetet i Oslo*

**ABSTRACT:** I denne artikkelen viser vi et nytt system for å kunne gi delvis automatisk og formativ tilbakemelding til studentene på skriftlig eksamen. Vi vil belyse en ny måte å gi individuell tilbakemelding rettet mot hver enkelt students læring og fremtidige eksamener. Den faglige tilbakemeldingen er forbedret og utviklet for å gi studentene større mulighet til å reflektere over egen besvarelse. Systemet er bygd opp slik at det medgår marginalt økt tid for sensureringen enn normalt. Avslutningsvis har vi med studentenes tilbakemeldinger på verdiskapningen dette systemet gir.

## 1 MOTIVASJON

De fleste studentene på høyere utdanning tar emner med en avsluttende skriftlig eksamen. Studenter som enten er misfornøyd med karakteren eller lurer på hva de gjorde dårlig på eksamen ber om en begrunnelse av karakteren. Denne begrunnelsen bruker studentene som grunnlag for å eventuelt klage på sensuren. Erfaringer viser at majoriteten av de studentene ber om en begrunnelse fordi de ikke forstår hva de har gjort feil. De ønsker å vite mer om hva de kunne ha gjort bedre for å få en bedre karakter. Vår erfaring fra undervisning på førstesemester, fjerde semester og masternivå er at vi ofte ser studentene gjøre de samme feilene gang på gang. Med enkle grep kunne de bedre ha mestret det å formidle sin kunnskap på eksamen om de hadde fått innspill og tilbakemelding tidlig nok i studiet. Nettopp derfor er det spesielt viktig å adressere dette for de aller ferskeste studentene slik at de danner seg gode vaner og eksamensteknikk. Vi ønsket å gi alle våre førsteårsstudenter individuell tilbakemelding på hvordan de besvarte oppgavene og hva de burde jobbe videre med. Spesielt ønsket vi å se framover på studentenes vegne og ønsket å ta i bruk feedforward prinsippet ved tilbakemelding fremfor feedback [1-4]. Siden vårt arbeid hovedsakelig fokuserer på førsteårsstudenter, er dette arbeidet også viktig i prosessen elev-til-student. Det er en helt annen situasjon å være student på et universitet enn elev på en videregående skole [5-6]. I høyere utdanning er det langt mer selvstendig arbeid og mindre tilbakemeldinger. Studier har vist at det å få tilbakemeldinger har stor påvirkning på læringsutbyttet. Det å gi tilbakemeldinger har det vært mange ulike forsøk på, også noen få innen automatisering av tilbakemeldingene [7-10]. Denne artikkelen tar utgangspunkt i et introduksjonsemne (INF1400) i digital teknologi for førsteårsstudenter på institutt for Informatikk ved Universitetet i Oslo. Emnet har vi undervist i en rekke år og hvert år har vi gjort endringer og forbedringer både i form av pensum og læringsformer. Spesielt de siste årene har vi sett mer på vurderingsformene i emnet. Vi har gjort vurderinger i forhold til hvilke oppgaver som egner seg best for å gjøre en god summativ vurdering av læringen.

## 2 FAGLIG TILBAKEMELDING

En sluttkarakter (A-F) gir studentene lite detaljinformasjon om hvordan de har gjort det på emnet. Hvilke deler av pensum har de god kunnskap i, presterte de godt nok og hva kunne de ha gjort bedre? Dette er relevante spørsmål som vi har valgt å besvare med årets tilbakemelding til studentene. Vi ønsket å gi studentene tilbakemelding på hvordan de har løst årets eksamensoppgave faglig sett, det vil si en faglig tilbakemelding og ikke bare en faglig begrunnelse. Hvilke oppgaver har de klart og hvilke oppgaver må de jobbe mer med. I sensureringen har vi benyttet oss av en poengskala 0-10, hvor 0 er blankt svar og 10 er fullpott. Sluttsummen for en besvarelse er et vektet resultat av hver deloppgave. Det er sluttsummen som blir omgjort til en karakter (A-F) basert på karaktergrensene satt av sensor og faglærer. Vi har gitt studentene (i tillegg til sluttkarakteren) en oversikt over deres poeng per oppgave. På den måten kan de selv se hvordan de har gjort det for hver deloppgave. For å kunne evaluere seg selv er det også viktig å vite hvordan de andre i samme kull har besvart samme oppgave og hvordan poengfordelingen har vært. For å kunne gi studentene muligheten til å reflektere over sin egen besvarelse og poeng har vi også utdelt et fellesnotat for årets eksamensresultater og en sensorveiledning, som viser fordelingen på del-oppgavene. Se *Tabell 1*. Ved hjelp av denne tabellen

kan studentene selv se hvordan de ligger i forhold til resten av kullet. Dette vil gi dem en indikasjon på hvilke oppgaver som ansees som «lette» (f.eks. 1c, 1d, 2a) og hvilke som er vanskelige (f.eks. 1e, 2e, 3, 4c, 5). Utfra tabellen ble det også utarbeidet gjennomsnittspoeng (Tabell 2) slik at studentene kunne sammenligne sine resultater med snittet for hele kullet. Dette fellesnotatet inneholdt avslutningsvis karakterfordelingen (Fig. 1).

Tabell 1. Samlet oversikt over antall kandidaters poengsum fordelt på deloppgavene.

10	19	34	101	104	2	127	9	69	41	1	5	47	22	5	6	0
9	8	14	3	5	1	0	2	5	5	0	2	19	3	0	1	0
8	23	28	4	8	0	1	19	9	27	10	9	22	18	13	2	9
7	19	23	5	3	1	0	18	11	11	6	32	8	7	10	5	8
6	17	8	1	0	2	1	28	21	23	6	29	13	13	11	13	20
5	8	7	3	2	4	1	8	14	8	9	21	4	14	11	30	28
4	7	3	8	2	10	0	6	1	4	9	17	1	8	12	21	20
3	10	8	2	3	15	1	9	1	6	18	10	3	10	12	18	9
2	7	5	2	3	71	0	10	1	2	32	1	4	3	7	0	5
1	4	0	0	1	5	1	4	0	0	4	1	2	2	1	3	0
0	12	4	5	3	23	2	21	2	7	39	7	11	34	52	35	35
	1a	1b	1c	1d	1e	2a	2b	2c	2d	2e	3	4a	4b	4c	5a	5b

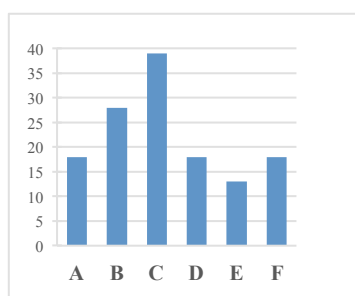


Fig. 1. Karakterfordelingen for årets eksamen.

Tabell 2. Snittspoeng for hver deloppgave for hele året kull.

1a	1b	1c	1d	1e	2a	2b	2c	2d	2e	3	4a	4b	4c	5a	5b
5,95	7,31	8,71	8,99	2,24	9,65	4,99	8,13	7,19	2,77	5,55	7,42	4,91	3,31	3,65	3,77

### 3 AUTOMAGISK SYSTEM

I tillegg til vanlig sensur ble alle besvarelsene gjennomgått sammenhengende. Formålet var å se hvordan hver kandidats besvarelse er i forhold til læringsutbyttet. Opphavet til systemet vi har utviklet kom først gjennom det å lese hele besvarelsen under ett og notere seg noen tanker og kommentarer for hva kandidaten viser. Til å begynne med gikk det ca 50 minutter per besvarelse inkludert å skrive en individuell tilbakemelding for den konkrete besvarelsen. Et eksempel på tilbakemeldingsformen og innholdet er (varierte fra 10 setninger til over en side):

*«Du viser jevnt over god forståelse for boolsk algebra. Enkelte feil gjør at du ender opp med stort avvik i forhold til riktige svar. Det å bruke litt mer tid til å skrive tydeligere vil gjøre det lettere å forstå dine svar. Det er enkelte steder som du kunne ha kontrollregnet slik at du var helt sikker på at løsningen du presenterer er korrekt.»*

Etter en del (25 stk) besvarelser begynte vi å se en trend i våre tilbakemeldinger, det var mye av det samme som gikk igjen. Tiden for å gi tilbakemelding gikk også jevnt nedover og konvergente mot 30 minutter per besvarelse. Etter en egenkritisk gjennomgang av disse tilbakemeldingene fant vi ut at det er en evaluering av kandidatens prestasjon, men i liten grad en faglig forståelse. Det er den faglige tilbakemeldingen som ivaretar det faglige aspektet. Dermed fokuserte vi mer på å gi tilbakemeldinger til kandidatene om deres evne til å formidle faget og kunnskapen de besitter, altså mer en funksjonell enn deklarativ forståelse. Videre ønsket vi å gi mer av integrert profesjonell kompetanse i tilbakemeldingen og gjerne at kandidaten kan gjøre noe med dette i fremtiden helt i tråd med feedforward prinsippet. Dermed valgte vi å endre fokuset fra å vurdere memoreringen av fakta og deres regneegenskaper til å utvikle studentenes evne til å produsere respons på oppgaver som er divergente (avvikende) og komplekse. På denne måten kan studentene demonstrere høyere kognitive forståelse og/eller evner for profesjonseksperise, spesielt med hensyn på presentasjonsform. Disse

fokusendringene gav opphav til å finne fellestrekkene ved tilbakemeldingene vi allerede hadde opparbeidet oss. Det utkrystalliserte seg enkelte kriterier, ikke nødvendigvis de eneste og beste, men personlige kriterier vi som faglærer i emnet mener studenten har nytte av å vite og som kommer godt med i en feedforward tilbakemelding. For hvert kriterie brukte vi skala med følgende tegn: -,0,+:

**Forståelse (F)** – Det vanskeligste kriteriet å kunne gi en helhetlig vurdering på. Enkelte oppgaver vil kandidaten kunne vise god forståelse, mens andre veldig fraværende. Men allikevel sitter vi igjen med en viss oversikt over studentens samlet forståelse for faget og det er hovedsakelig det vi også evaluerer. For mer fint nyansert bilde vil det være egnete underpunkter i (G).

**Kritisk evne (K)** – Det er enkelte oppgaver som utfordrer kandidaten til kritisk til sine svar om de avviker fra hverandre når de blir bedt om å løse en oppgave på to ulike måter. Dette er spesielt presserende for oppgavene 1a, 1b, 1d, 1e, 2b, 2c, 2d, 4a, 4b, 4c, totalt 49% av eksamen.

**Ryddighet (R)** – En evaluering av kandidatens struktur og ryddighet for hele besvarelsen.

**Skrift og språk (S)** – Hovedsakelig tydeligheten i håndskriften. Har kandidaten lagt til rette for at det skal være lett å lese og forstå det de skriver. Formidler også kandidaten den faglige kompetansen sin gjennom å «snakke faglig».

**Blanke svar / ubesvarte oppgaver (O)** – Totalt bestod eksamen av 16 ulike oppgaver med ulik vektfordeling. Her har vi notert oss hvor mange oppgaver som står ubesvart og hva det utgjør i prosent for hver eneste kandidat. Her har vi ikke brukt vurderingstegn, men heller gruppert direkte antall ubesvarte oppgaver i intervaller av (ingen), (1-3), (4-6), (7->).

**Generelt (G)** – Det er en del nyanser og generelle punkter som ikke blir fanget opp av de ovennevnte kriteriene. Disse kan grupperes inn i:

**Ujevnt (U)** – kandidaten viser til ujevnt nivå på oppgavene, fra full pott til blankt svar

**Forklaring til tankene (FT)** – enkelte steder gjør kandidaten antagelser eller feil som gjør det vanskelig å følge tanken. Derfor er en tilbakemelding å oppfordre kandidaten til å gi en forklaring til tanken som ligger bak løsningen.

**Tid til viktige oppgaver (TVO)** – enten så er en del av de viktigste oppgavene (les høyeste vektende) ikke besvart, eller at kandidaten har valgt å svare særdeles kort. Tydelig at kandidaten har godt av å være mer bevisst på vekting av eksamensoppgaver.

**Tid til teori (TT)** – ettersom årets eksamen har to åpenbare teorispørsmål (10% samlet), så er det også i 1c, 1d, 1e, 2e, 3, 4c spor av å vise til teori og begreper fra faget. Slik at samlet vekting for teori blir litt i overkant av 30%. Denne tilbakemeldingen går mest ut på at man skal se på teorioppgavene som viktige med hensyn på å fremvise kunnskapen sin. Ikke velge enkle svar uten å fordype fordeler/ulempes osv.

**Tidsdisposisjon (TD)** – eksamen har en tidsbegrensning på 4 timer. Enkelte kandidater disponerer tiden sin feil ved å bruke for lang tid på enkelte oppgaver og det er tydelig at utover i besvarelsen blir både språk, skrift og presentasjon meget kort og fremstår som hastearbeid. Et par kandidater har også skrevet at de har kommet til kort med hensyn på tid.

**Eksamenstrening (E)** – når kandidaten viser ustrukturert og uprioritert løsning av de vektete oppgavene, er det anbefalt å få mer eksamenstrening.

**Tid til Kontroll (TK)** – dette punktet gjelder hovedsakelig for regneoppgavene i eksamen. Der har mange kandidater regnet litt feil, mye på grunn av slurvefeil. Dette kan enkelt unngås ved å sette av tid til kontroll av utregningen. Gjerne det å finne alternative måter å løse samme oppgave på for så å se om svarene blir like.

**Presentasjon (P)** – siden punktet om skrift og språk ikke er omfattende nok til å ta inn formidling av faget så er dette punktet i evalueringen. Det går mer på hvordan kandidaten presenterer sin løsning og formidlingen av faget generelt.

Hver besvarelse fikk derfor en vekting for hvert kriterie som ble samlet i et dataark som automatisk genererte resultatet fordelt på kriteriene. For å kunne lage en automatisk generert tilbakemeldingstekst, ble det utarbeidet en matrise med fraser for hva hvert enkelt kriterie med ulik vekting betyr. Eksempelvis ble det skrevet en tilbakemeldingstekst som faglærer/sensor mener en student burde få når han/hun f.eks. presterer til – på ryddighet. Alle frasene basert på verdien og vektingen av kriteriene blir dermed tilgjengelig for å hente ut og sette sammen i en sammenhengende tekst. Det er dette vi kaller for automagisk tilbakemelding. Det er en del automatikk men «magien» er å utforme gode kriterier som har gode og konstruktive tilbakemeldingsfraser. Dette satt sammen gir en fin flyt i tilbakemeldingen til studentene om deres besvarelse. Det ble av estetiske årsaker laget en ferdig mal i

et tekstprogram (f.eks. MS Word) som automatisk innhenter tilbakemeldingen og den faglige vurderingen og sender dette ut i mail til studentene, se

for et eksempel av en reell tilbakemelding.

Min vurdering av din besvarelse fordelt med poeng pr oppgave er:															
1a	1b	1c	1d	1e	2a	2b	2c	2d	2e	3	4a	4b	4c	5a	5b
8	9	10	10	5	10	0	7	6	1	5	10	7	4	3	4

Strukturen i besvarelsen din er delvis ryddig og tydelig. Du har på dette området forbedringspotensial og jeg vil anbefale deg at du er litt mer bevisst på strukturering til neste eksamen og gjerne invester litt mer tid på det. Håndskriften din er til tider litt vanskelig å tyde. Hovedsakelig er den god, men tenk litt mer bevisst på dette ved neste skriftlige eksamen. Prøv å gi svar på alle oppgavene, selv om du ikke kan eller forstår oppgaven. Det gir deg mulighet for høyere samlet uttelling for besvarelsen din. Selv om en oppgave er feil eller mangelfull, vil du allikevel kunne vise til kunnskap som gjør at du får noe uttelling. Det gir et dårlig inntrykk å være selektiv. Du viser varierende forståelse på de ulike oppgavene i besvarelsen. Kollokviesamtaler og regneøvelser kan bidra positivt for en økt forståelse og formidling av faget. Enkelte av oppgavene i årets eksamen har vært utformet slik du må ta noen kritiske vurderinger av svarene dine. Det er lagt opp til at du på eget initiativ skal være kritisk og dele refleksjonen med sensor. På dette punktet har du delvis vist kritiske evner og her har du forbedringspotensial. Der du er usikker på løsningen av oppgaven og svaret ditt er det desto viktigere at du deler dine refleksjoner med sensor. Alle oppgavene i eksamenssettet er oppgitt med en prosentmessig vektning. Disse prosentsetningene er ikke bare ment som veiledning for tidsbruk men også hvor viktige de er i forhold til vurderingen av din besvarelse av eksamen. Høyere prosentsetning gir høyere uttelling og det er dermed viktigere å ha fullverdige svar på dem. Her har du en del å tjene på å gå nøye igjennom hva du har svart på de aller viktigste oppgavene. Jo mer tid og ressurs du setter av til de mest tellende oppgavene jo mer uttelling får du samlet sett på eksamen. Det å sette av litt tid til å kontrollere svarene etter endt eksamen er utrolig viktig og nyttig. Mange slurvfeil vil kunne unngås. Tenk på hvordan du vil disponere tiden slik at du rekker å gå igjennom eksamen litt mer kritisk etter å ha løst alle oppgavene. På den måten vil du også kunne jevne ut noe av forskjellene på oppgavebesvarelsene dine. Den eneste muligheten for å gi et godt inntrykk til sensor er gjennom måten du presenterer dine løsninger. Alt fra måten du skriver (språkbruken) til hvordan det estetisk ser ut. Bruk gjerne litt mer tid på å planlegge hvordan du vil presentere din løsning. Hvor på arket du skal skrive hva og ikke minst hva vil du fokusere på. Ha det mest mulig oversiktlig og ryddig, på den måten vil det være lettere for sensor å se hvor utfordringene eller manglene i oppgaven ligger.

Fig. 2. Et eksempel for en tilbakemelding til en student.

#### 4 STUDENTENES TILBAKEMELDING

For å kunne samle inn tilbakemelding fra studentene for dette pilotprosjektet ble det lagd et nettskjema og alle ble oppfordret til å fylle ut dette. Det er 67 som har fylt ut nettskjema og det har kommet inn en rekke nyttige tilbakemeldinger om dette pilotprosjektet. Nettskjemaet bestod av tre åpne spørsmål med fritekstblokker. Spørsmålene var (1) hva de synes om tilbakemeldingen, (2) hvordan de synes den samsvarer med sin egen oppfatning av eksamen, (3) om de vil anbefale en slik tilbakemelding for andre eneansvarlige og tilslutt en fritekst med mulighet for å dele tanker fritt. Nedenfor er det noen utvalgte kommentarer som vi synes representerer og oppsummerer tilbakemeldingene fra kandidatene.

*«Det er kanskje et ork, men fy fader hvor mye utbytte det gir til en student som faktisk vil forbedre seg!»*

*«Jeg synes det burde være skriftlig tilbakemelding i alle fag. For min egen del går jeg på universitetet for å lære, ikke for å samle på karakterer, og det er veldig nyttig å få tilbakemelding på hvorfor besvarelsen har blitt vurdert som den ble, uansett om man har fått en god eller dårlig karakter.»*

*«Jeg synes den traff veldig godt! Samtidig var det noen ting jeg var overrasket over - som jo er veldig bra. Om jeg hadde visst alt det rare jeg gjorde, ville jeg jo ikke ha gjort det. Det var lite «positivt» i tilbakemeldingen, men jeg synes tonen du har brukt her er utelukkende respektfull og konstruktiv, så det er helt greit å ikke bli strøket med hårene på grunnskole-vis.»*

*«Å få en slik tilbakemelding som student har utrolig stor nytteverdi med tanke på at man vanligvis får en minimalistisk 'feedback' som gir lite nytte til utvikling. Tilbakemeldingen gitt er overraskende konstruktiv og gir da et godt utgangspunkt for videre utvikling. Så hva synes jeg om tilbakemeldingen? Det var utrolig bra og dette er noe som burde bli gjort oftere!»*

*«Det gir god forståelse og ro i sjela å få tilbakemelding. Trist å sitte i mørket og ikke få vite hvor du har gjort feil/hvordan sensor har tenkt. Tipper det hadde kuttet antall klager også.»*



## 5 DISKUSJON

Vi har i denne artikkelen vist en ny og forbedret måte å gi studentene en individuell tilbakemelding på skriftlig eksamen. I hovedsak er tilbakemeldingen to-delt, Hvor den ene delen tar for seg en utvidelse av den faglige tilbakemeldingen ved å gi studentene mer enn bare en karakter. Vi gir studentene muligheten til å se hvordan de har besvart hver deloppgave og hvordan det er blitt sensurert i sammenheng med resten av årets kull. Vi mener det gir studentene bedre innsikt i hvor de har manglende faglig kunnskap og hva de trenger å jobbe mer med. Den andre delen er en ny innovativ måte for en faglærer og sensor å gi studentene tilbakemelding på deres evne til å formidle faget og deres kunnskap. Dette nye systemet gjør at faglærer definerer skriftlig (frase) hva en gitt verdi av et kriterie betyr. Det å ha flere kriterier og flere verdier gjør at man opparbeider seg en matrise av mulige tilbakemeldinger. Disse tilbakemeldingene vil gjøre det lettere å kalibrere sensorene på tvers av faget. På den måten vil en sensor har flere nivåer av forståelse for hva som kreves av studentene for de ulike deloppgavene. Vårt system er bygd opp av et regneark og en enkel database. Dette gjør at det er lett å inkludere i en digital eksamensomgivelse.

Basert på tilbakemeldingen fra studentene om vårt arbeid ser vi at det er utrolig viktig å tilrettelegge muligheten for at studentene kan forbedre seg og finne større motivasjon i studiet. Vi mener det er viktig at vi gir tilbakemelding til studentene, spesielt førsteåret da det er deres første eksamener og det er viktig at de lærer mest mulig. På den måten kan de kanskje beherske studiet og studielivet bedre. I beste fall hever vi kollektivt nivået på studentene våre og oppnår høyere gjennomstrømning og studiepoeng produksjon.

Siden dette nå i første omgang har vært et eget initiert pilotprosjekt, uten støtte fra instituttet, har det medgått mye tid i å «finne opp hjulet». Det har vært en del litteratursøk og mange ideer er tatt med og utprøvd. Etter en slik grundig førstestepilot har vi gjort oss noen tanker om hvordan dette kan generaliseres tilrettelegges for andre emner. Enkelte elementer i dette systemet er spesifikt for hvert eneste emne og må som oftest lages på nytt for hvert semester. Et forsøk på å estimere hva et slikt tilbakemeldingsoppsett vil ha av tidsforbruk for et emne viser at det går tid til å sette opp kriteriene med tilhørende fraser, utforme en mal for tilbakemelding, utprøve kriteriene i et utvalg av besvarelser og tilslutt koordinering mellom sensorene. Til dette regner vi med at det går med 18 timer som faglærer bruker. For selve evalueringen av hver besvarelse har vi gjennom empirisk talldata kommet frem til en økning på ca 5 minutter per besvarelse for 150 besvarelser. Det vil ta mindre tid ved å gjenbruke dette systemet med tiden og spesielt hvis vi kan få dette inn i digital eksamensform. Det er overveiende sannsynlig at disse tilbakemeldingene vil føre til høyere gjennomstrømning av studenter og økt studiepoeng produksjon som igjen vil berike instituttet. Videre kan dette også spare administrasjonen av det å behandle begrunnelser for vesentlige ressurser og ikke minst klagesaker.

Helt avslutningsvis ønsker vi å trekke frem noen av våre egne personlige erfaringer med dette systemet. Det å lage eksamenssettet i en tidlig fase av emnet har vært utrolig nyttig for oss som faglærere, selv om vi har undervist dette emnet i flere år og føler at vi er rimelig gode på å lage eksamensoppgaver. Siden vi hadde god tid til å justere oppgavene fikk vi også muligheten til å grave litt mer i hvordan man kan måle forståelsen for enkelte temaer, gjennom dialog med studentene på forelesningen. Med dette i forkant av sensurering og etter så nøye gjennomgang av besvarelsene har vi virkelig som faglærer fått en ny innsikt i hva majoriteten av studentene forstår og ikke. Hvilke temaer burde vi som forelesere fokusere mer på og hva er det vanligste misoppfatningene blant kandidatene. Dette har ført til at vi kommer til å endre noe på det faglige innholdet og rekkefølgen på teorien i emnet. Ikke minst kan vi bruke dette grunnlaget til å fortelle til de nye studentene hva som er de vanligste misoppfatningene på de mer komplekse problemstillingene. Dette prosjektet har virkelig bidratt til positiv vekst for oss som en faglærere, undervisere og ikke minst som personer.

## REFERANSER

- [1] Higgins, R., Hartley, P., Skelton, A. (2001), Getting the Message Across: The problem of communicating assessment feedback, *Teaching in Higher Education*, Vol. 6, No. 2, pp. 269-274.
- [2] Conaghan, P. and Lockey, A., (2009). Feedback to feedforward, *Notfall+ Rettungsmedizin*, Vol. 12, No. 2, pp.45-48.

- [3] Sadler, D.R. (2010), Beyond feedback: developing student capability in complex appraisal, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, Vol. 35, No. 5, pp 535-550.
- [4] Baker, D.J., Zuvela, D. (2013), Feedforward strategies in the first-year experience of online and distributed learning environments, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, Vol. 38, No. 6, pp 687-697.
- [5] Moesby, E. (2002), From Pupil to Student – a Challenge for Universities: an Example of a PBL Study Programme, *Global Journal of Engineering Education*, Vol. 6, No. 2, pp. 145-152.
- [6] Roderick, M., Holsapple, M., Kelley-Kemple, T., Johnson, D.W. (2014), From High School to the Future: Getting to College Readiness and College Graduation, *Society for Research on Educational Effectiveness*.
- [7] Malmi, L., Korhonen, A. (2004), Automatic Feedback and Resubmissions as Learning Aid, *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, pp. 186-190.
- [8] Jiménez-González, D., Álvarez, C., López, D., Parcerisa, J.M., Alonso, J., Pérez, C., Tous, R., Barlet, P., Fernández, M., Tubella, T. (2008), Work in Progress–Improving Feedback Using an Automatic Assessment Tool, *IEEE Frontiers in Education Conference*, Session S3B.
- [9] Hunter-Barnett, S., Murrin-Bailey, S., Should Audio Feedback Be Used Because It Is Easily Available or For Reasons of Pedagogy?, *In Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Supported Education*, pp 60-64.
- [10] Siddiqi, R., Harrison, C.J., Siddiqi, R., Improving Teaching and Learning through Automated Short-Answer Marking, *IEEE Transactions on Learning Technologies*, Vol. 3, No. 3, pp 237-249.

# Video production – mathematics for beginner students

Kleppe<sup>1</sup>, J., *University College of Southeast Norway*, and Borge<sup>2</sup>, I.C., *University of Oslo*

**ABSTRACT<sup>3</sup>: Beginner student courses in mathematics in higher education have had high failure rates across the country. A national study [1] conducted by the Norwegian Association of Higher Education Institutions (UHR) in 2013 showed that students need help with the transition from upper secondary school to university or college.**

**As one of the initiatives following this study, UHR joined forces with Centre for Research, Innovation and Coordination of Mathematics Teaching (MatRIC) financing the production of mathematics videos that would help students with the transition from upper secondary school to university or college.**

**A group of six people from four higher education institutions, all with experience from teaching mathematics to upper secondary school students and/or first year university students, formed the video production group. So far the group has produced over 100 videos with a total running time of over 1000 minutes. These videos are freely available to everyone at the MatRIC TV web site [2] as a national resource.**

**The production group has made several decisions about the presentation of the mathematical material and the design of the videos along the way. In this contribution to the MNT conference we will discuss these choices and our experiences with producing these videos, and also their impact.**

## 1 INTRODUCTION

In 2013 UHR conducted a national mathematics study where 2989 students and 80 teachers answered. The study aimed at strengthening mathematics and science didactics in STEM subjects by collecting information on how teaching and learning were practised at universities and colleges. The following quote (translated) from UHR's website gives one of the findings:

*Work with better coherence between teaching and learning methods at the transition from upper secondary school to university and college is necessary.*

Following this study a decision was made to start a project to produce videos covering the mathematical curriculum of upper secondary school, and present the mathematics as it is usually presented at university level.

This video project focused on producing mathematics videos, and it was not designed as a research project. Today many mathematics videos are produced all over the world. With this paper we want to share our experiences with producing mathematics videos and hope this might inspire and help others.

## 2 METHODS AND REFLECTIONS

The videos produced so far cover most of the curriculum of upper secondary school, in particular the following topics:

1. Basic set theory and algebra
2. Mathematical proofs
3. Powers and logarithms
4. Sequences and series
5. Planar coordinate system
6. Geometry
7. Trigonometry
8. Two dimensional vectors

---

<sup>1</sup> johannes.kleppe@usn.no

<sup>2</sup> ingerbo@math.uio.no

<sup>3</sup> Keywords: mathematics videos for beginner students, video production

9. Functions
10. Differentiation
11. Integration

Special attention was given to topics that we experience students struggle with and topics we feel need a different presentation in higher education than is given in school mathematics.

## 2.1 Video production

So far six people have accepted the invitation to join the video production group. They come from four higher education institutions, and they all have experience from teaching upper secondary school students and/or first year university students. A majority of the group members had produced mathematics videos prior to participating in this group. The six people are:

- Tom Lindstrøm, University of Oslo (UiO)
- Anette Wrålsen, Norwegian University of Science and Technology (NTNU)
- Halvard Fausk, Oslo and Akershus University College of Applied Sciences (HiOA)
- Inger Christin Borge, University of Oslo
- Johannes Kleppe, University College of Southeast Norway (HSN)
- Klara Hveberg, University of Oslo

The involvement of people from different institutions emphasises that the videos produced are not owned by a single institution and should be viewed as a national resource.

After five weeks of production, spread out over 2015 and 2016, the group has made videos that cover most of upper secondary school mathematics from a higher education perspective. These videos are freely available to everyone, although only in Norwegian, at the MatRIC TV web site as a national resource. To this day the group has produced over 100 videos with a total running time of over 1000 minutes.

## 2.2 Production details

Most decisions about the design of the videos and the presentation of mathematical material were left to the production group. One such design decision was the length of the videos. The original goal was 6–7 minutes, but it did not take too long before the group accepted videos twice that length, and some even longer. Even though research [3] suggests that shorter videos are better for the viewers, our experience as mathematics teachers suggests that the presentation of many of the mathematical topics covered in these videos become too shallow if condensed to just 6 or 7 minutes.

Due to the nature of mathematics, mathematical topics are linked like a spider's web. This links the videos in a natural way, but it would be beneficial if the videos could be linked to or even embedded into web sites on an individual basis. Therefore, the group sometimes decided to combine closely related topics into a longer video. In general, the task of cutting mathematics into smaller, easily digestible pieces without breaking coherence and keeping important links to related topics, is a difficult one from a pedagogical perspective and open to discussion. Just explaining how a single topic or video is related to other topics or videos could take more than 7 minutes, especially if everything is broken down into very small pieces. This explanation could be given as text accompanying the videos, but at the time of the production the group did not know if such text could be made available. This was one of the reasons why we requested that the videos should be "tagged" by its contents, and that these "tags" should be indexed and preferably searchable. Longer videos should also have a "topic by topic" description with time stamps, allowing viewers to jump to a particular topic of interest. Still, in retrospect, when viewing the longer videos, it would be better to divide some of them into several shorter videos.

Each video begins with one of the production team members, the instructor, explaining the video's contents. The viewer sees the instructor's upper body to establish a personal connection. The view then switches to a sheet of paper. From then on the viewer only sees the instructor's hand writing mathematics and hears the instructor's voice explaining what he or she is doing. The hand keeps the personal connection alive and allows the instructor to point as he or she explains the mathematics involved. Some topics might be illustrated more easily with visual aids, but by sticking to "pen and paper" the student can learn how to do mathematics by observing what the instructor is doing, including what things should be written down in a solution of a mathematical problem.

The hand doing mathematics on a sheet of paper is recorded using a document camera. Even though we recorded the videos in a studio with technical assistance, this simple setup opens up the opportunity for making more videos at home or at work at a low cost, adding more theory or examples. If the videos are used as part of a mathematics course, the lecturer could make additional videos with a similar look quite easily.

Even though the videos are recorded using a simple setup, we still had challenges, even in a studio, with getting the light and sound right. Ideally, one wants to eliminate the interfering shadows of the hand and the scratching sound of the pen, and the camera's focus should stay on the paper, not the hand. This might be more challenging to achieve at home, but not impossible.

Whether recording in a studio or at home, there are benefits of working in a small group. When one of us was recording a video, at least one other was watching and listening. It was important that also the person watching understood the mathematics being recorded. This allowed us to react if something went wrong early in a video, and we could discuss the contents immediately afterwards. Since we explained mathematics the way we normally would in a short lecture, and for the most part did not script each video as an actor would, the wording might change between takes, and some sentences might become unclear. If someone was recording such a video alone, one would have to watch it later to check its quality, and by then making changes might be harder to do.

Additionally, while two or three were occupied with recording and listening to one video, the rest prepared the next. This gave the others time to discuss the presentation of the next video when needed and sometimes even testing the presentation on each other. Such discussions were useful even if we had tried to prepare some videos at home before getting together. Therefore, we found out that we needed to be at least four people to use our studio hours effectively, and that more than six might become inefficient.

Another benefit of working together as a group was that it was inspiring to work together and fun to meet likeminded people. It was essential to keep spirits up in a large-scale production. The video project also gave us as a group the opportunity to exchange ideas about how to make good videos and how to present mathematics to beginner students, which was very valuable.

Having people from different institutions meet, is a logistical challenge. The production group met and recorded the videos at the University of Agder's studio in Grimstad, each time staying there for a week, for those of the group that could fit this into their schedule. Therefore, the meetings were few and far between, which was not optimal. In addition, the processing times were often long, meaning the production group, and other people involved in the project, had to wait quite a while after recording ended before they could see the finished product online. This made it more difficult to make changes if new ideas came up after recording ended, and it therefore became important to have clear specifications and agree on what was "good enough". Otherwise, the production period would drag out.

### **2.3 Mathematical material**

For the most part, the mathematical contents of the videos match upper secondary school mathematics, with some notable exceptions. For one, the videos put more emphasis on notation than what is usual in upper secondary school. In higher education such notation is used more freely. The gap between school and university mathematics when it comes to notation was one of the comments made by students in the UHR national mathematics study. We explain commonly used notation and use it in the videos.

The videos cover some related or "missing topics" from school mathematics. For example, in upper secondary school mathematics students learn how to solve sine equations using "inverse sine" ( $\sin^{-1}$ ) on a calculator without learning about inverse sine as a function, even though inverse functions in general have at times been part of the curriculum. This leaves a gap that sometimes mystifies the students about the extra solutions that appear in this and similar situations.

The videos emphasise topics students have problems with according to our experience. Here we have drawn upon the experience of the production group members more than formal research. Examples on such problems include calculations with fractions and powers, why mathematicians define things rigorously, and when a proof is complete. The videos also try to clean up school mathematics by

removing some mystical moments when things simply appear without justification and by adding definitions and motivation that are missing. Mathematics is more than “formulas”.

As a guideline for mathematical content, the group formulated the following motto: Upper secondary school mathematics from a university level perspective.

### 3 RESULTS

The most visible result is of course the set of videos produced. They are made available for everyone at the MatRIC TV web site. In addition, many of the videos are embedded into the web pages of matematikk.org “Trinn 11–13”. We have also been approached by teachers wondering if they might use part of our videos together with some videos they have produced themselves to make an integrated web course containing both instruction videos and online problems. In addition, we have data from the web sites containing information about the usage of the videos, as exemplified in Table 1. All of this, together with some personal feedback from our own students, tells us that the videos are used, and hence that they might help students with the transition from upper secondary school to university or college when it comes to mathematics in particular, which was the intention of the project.

A second, not as publicly visible result, is the exchange of experience and ideas between the members of the production group, which we feel will benefit us, as teachers, and our students.

### 4 TABLES

Table 1 shows how many times the 22 most viewed videos have been played and average view time in minutes. The NORDUnet Kultura Service [4] hosts our videos, and the data from Kultura was communicated to us by it-hjelp@uia.no. Note that the videos are only available in Norwegian, and the table lists their Norwegian titles. Also, note that the videos have not been available for the same amount of time hence number of times viewed is not a good measure of the popularity of a video.

Table 1. Video views from January 24, 2016 to January 23, 2017.

Video name	Plays	Minutes viewed	Average view time
Mengder	228	480.147	1.27
Trigonometri	215	1066.558	4.96
Polynomfunksjoner	187	878.892	4.70
Cosinussetningen	169	1497.058	8.86
Na□r er to vinkler like store?	157	1022.250	6.51
Tallmengder	156	839.870	5.38
Sinussetningen	153	1330.783	8.70
Mengdeoperasjoner	153	770.283	5.03
Finne eksakte verdier	148	657.167	4.44
Potenser og potensregler	143	904.086	6.32
Trigonometriske trekantberegninger	138	1361.346	9.86
Trigonometriske identiteter	134	816.351	6.09
Funksjonsalgebra og omvendte funksjoner	130	2080.188	16.00
Funksjonsbegrepet	130	569.152	4.38
Bestemte integral	120	941.807	7.85
Kvadratsetningene	115	760.653	6.61
Arealer i planet	110	618.131	5.62
ABC-formelen	108	1075.199	9.96
Å fullføre kvadratet	107	743.109	6.94
Eksakte verdier	107	501.061	4.68
Potenser med rasjonale og reelle eksponenter	101	1029.000	10.19
Regning med røtter (gammel)	100	1396.748	13.97

## 5 SUMMARY AND ACKNOWLEDGMENTS

The purpose of this paper has been to share our experiences making mathematics videos. Some design choices might be specific to our task of helping students with the transition from upper secondary school to university or college, but we hope that our sharing will inspire and help others to produce mathematics videos.

We would like to thank UHR and MatRIC for their support in making these videos. In particular, we would like to thank Simon Goodchild (leader of MatRIC) for interesting discussions along the way, Åsmund, Remi and their staff in the studio for their assistance and company during the production and to everyone in MatRIC who made us feel welcome, i.e. Line, Morten and Yuriy.

Finally, the authors would like to thank Tom, Klara, Anette and Halvard! Being part of the production group has given us all the opportunity to discuss and exchange ideas on how to make videos and how to teach mathematics to beginner students. It has been very valuable to come together from different institutions to do this.

## REFERENCES

- [1] «Matematikkundersøkelsen»  
[www.uhr.no/ressurser/temasider/samarbeid\\_arbeidsdeling\\_og\\_konsentrasjon/matematikkundersokelsen](http://www.uhr.no/ressurser/temasider/samarbeid_arbeidsdeling_og_konsentrasjon/matematikkundersokelsen)
- [2] [www.matric.no/tv](http://www.matric.no/tv)
- [3] Guo PJ, Kim J, and Robin R (2014). How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos. ACM Conference on Learning at Scale (L@S 2014), found at <http://groups.csail.mit.edu/uid/other-pubs/las2014-pguo-engagement.pdf>.
- [4] [www.nordu.net/content/nordunet-kultura-service](http://www.nordu.net/content/nordunet-kultura-service)

# Læringsteknologi og endring av undervisningspraksis gjennom situert læring i et praksisfelleskap.

Nina Tvenge<sup>a</sup> Even Arntsen<sup>b</sup>, Tor Arne Folkestad<sup>a</sup>, Terje Fykse<sup>c</sup>, Anne-Lena Kampen<sup>d</sup>, Halgeir Leiknes<sup>a</sup>, Mathias Christian Mathiesen<sup>d</sup>, Ian Norheim<sup>a</sup>, Bjarte Pollen<sup>d</sup>, Joar Sande<sup>d</sup>  
<sup>a</sup>NTNU, <sup>b</sup>HiØ, <sup>c</sup>SKSK, <sup>d</sup>HVL

**ABSTRACT:** Artikkelen presenterer resultat fra et nasjonalt prosjekt over to og et halvt år. Hovedfokus for prosjektet var utvikling av og bruk av video som en del av undervisningen i grunnleggende elektrofag for ingeniører var hovedfokus. Lærerne jobbet tett i et praksisfelleskap på tvers av institusjoner og geografi. Gjennom praksisnær forskning basert på aksjonsforskningsprinsipper har lærerne endret egen undervisningspraksis og metakognisjon om egen undervisningspraksis.

## 1 INNLEDNING

### 1.1 Bakgrunn

Mye er sagt og skrevet om hvordan video i undervisning og læring oppfattes og vurderes [1]. En del denne forskningen fokuserer på tekniske aspekter, altså videoenes format og hva som er effektive undervisningsvideoer [2-6], og en del på studentenes bruk og erfaring [6, 7]. På den annen side er det behov for mer forskning om hvordan sosiotechniske samspillet fungerer mellom teknologien og undervisningen; hvordan teknologibruk kan endre og påvirker lærernes undervisningspraksis.

Universitets- og høyskolerådet (UHR) og Nasjonalt råd for teknologi (NRT) utarbeidet etter omfattende arbeid nye nasjonale retningslinjer for 3-årig ingeniørutdanning (rammeplan) i 2011[8, 9]. Gjennom rammeplanarbeidet ble det knyttet kontakter på tvers av institusjonene, og nytteverdien av å samarbeide for å bidra til å sikre og heve kvaliteten i utdanningene ble tydelig. Høgskolen i Bergen (nå HVL) og daværende Høgskolen i Gjøvik (nå NTNU) tok initiativ til et samarbeidsprosjekt innen elektriske kretser[10]. Høgskolen i Østfold, Sjøkrigsskolen og Høgskulen i Sogn og Fjordane (nå HVL) deltok også. I elektroingeniør-utdanningene er et av de felles fagområdene elektriske kretser og undervisningen har vært tradisjonell, med forelesninger, regneøvinger og laboratoriearbeid. I første omgang var målet med prosjektet å lage en offentlig tilgjengelig ressursdatabase av videoer med gjennomgang av teori, øvingsoppgaver og laboratorieoppgaver. Ved å samle ressursene kunne man gjøre dem tilgjengelige for både lærere og studenter og gi et nyttig tillegg til ordinær undervisning.

Artikkelen beskriver et forskningsprosjekt der vi har sett på hvordan det å lage egne videoer til bruk i undervisning sammen med andre faglærere i et universitets- og høyskolenettverk, har påvirket og/eller endret lærernes egen undervisningspraksis og deres refleksjon rundt denne prosessen. Videre har prosjektet studert om dette samsvarer med studentenes erfaringer. Det overordnede forskningsspørsmålet har vært: *Hvordan kan produksjon av pensumbaserte videoressurser bidra til endring i undervisningspraksis i grunnleggende elektrofag?*

I ingeniørutdanningen er det ulike kvalifiseringsveier, slik at en gruppe kan bestå av studenter som kommer rett fra videregående skole og studenter som gjerne har lang erfaring fra arbeidslivet. Fokus var på utforming av videoer og omvendt undervisning. Omvendt undervisning har blitt mer og mer vanlig de siste fem årene, og forskning sier at det legger til rette for et differensiert læringsmiljø i klassen, gir en mer studentorientert undervisning, og økt samhandling mellom student og lærer [11, 12]. Det gir mer rom for dybdelæring, læreren får mer tid til studentveiledning [13]. Aktiv læring og læring gjennom samarbeid er kvalitetskriterier for læring i høyere utdanning [14-16]. Ørnes et. al [17] skriver at: *"IKT muliggjør studentaktive læringsformer, noe som er i tråd med føringene i Kvalitetsreformen"* og Bonesrønning et. al. [18] viser at jo mer en student arbeider med pensum, dvs. økt grad av interaksjon med det som skal læres; dess mer lærer man. Wieman [14] viser til at dersom studentene er forberedte før undervisningen tar til, blir læringsutbyttet høyere. Selv om alternative måter å undervise på gir bedre resultat, har han funnet at de fleste lærere i høyere utdanning underviser på tradisjonell måte.



Utvikling av kompetansen i et profesjonelt fellesskap, såkalt "situated learning", eller situert-/praksisbasert læring [19, 20] har vist gode resultater for læring. Det kjennetegnes ved at man lærer som gruppe og ikke ved å framheve at noen er eksperter og lærer bort. "Læreren" er organisasjonen selv; det kollektive. En definisjon på slike arbeidsfellesskap, "Communities of Practice" (CoP), [21] er at det: "...er en gruppe mennesker som deler en interesse for noe de vet hvordan utføres og som samarbeider jevnlig for å lære å bli bedre [22]. (-egen oversettelse) og med dette som bakteppe ville prosjektet undersøke faktiske endringer i lærernes undervisningspraksis og deres egenrefleksjon.

## 2 METODE

### 2.1 Praksisnær forskning

Prosjektet ligger nær den praksisnære forskningstradisjonen og aksjonsforskning; vi har forsket *på og sammen med mennesker* [23, 24] Vi har sett på hvordan prosjektdeltakernes, det vil si lærernes oppfatninger samsvarer med studentenes tilbakemeldinger. Dette er relevant i diskursen rundt teknologi i undervisningen og særlig i realfag hvor man i mindre grad har sett på slike endringsprosesser[25]. I aksjonsforskning, hvor siktemålet er å utvikle praksis, blir refleksjon et nøkkelbegrep, her gjennom å se på blant annet nå-situasjon, undervisernes egne behov og deres ønskede situasjon. Prosjektets hovedmål var utvikling av og endring av undervisningspraksis, og over tid kan man se om det har en effekt på lærernes kompetanseutvikling. Aksjonsforskningen kan deles opp i to spor, for det første så krever endring handling, og videre, for å oppnå endring må deltakerne lære å se hva som kreves, klare å finne gode løsninger og velge den de mener er best.

### 2.2 Datainnsamling

Respondenter var studenter ved prosjektets institusjoner, en gruppe på til sammen ca 300 årlig, samt de ni prosjektdeltakere som alle er lærere i elektroudanningene. Alle studentene var førsteårsstudenter ved elektroingeniør-utdanningene, og prosjektet fokuserte på et felles emne, grunnleggende elektro. Spørreskjemaene til studentene ble laget med utgangspunkt Tsagkias et.al. analytiske rammeverk for podcaster og Rose' forskning på lærerproduserte videoer [26, 27] som referansegrunnlag.

Tabell 1 - oversikt over datainnsamling i prosjektet

HVA	HVEM	Høst 2015	Vår 2016	Høst 2016	Vår 2017
Diskusjoner og muntlig refleksjon	Lærerne	X	X	X	X
Kvantitativ spørreundersøkelse	Studentene	X	X	X	
Åpne spørreskjemaer	Lærerne			X	
Refleksjonsnotat	Lærerne				X

### 2.3 Beskrivelse av prosjektperioden.

Prosjektet har gått over en lengre periode, fra våren 2015 til og med våren 2017, og gjennom tre runder med datainnsamling kunne man studere endring over tid.

Runde 1, våren 2015, besto av observasjon av nåtilstand samt planlegging av endring. Nåtilstanden ble beskrevet gjennom en kombinasjon av den nasjonale tilstanden for ingeniørutdanninger og prosjektgruppas egne erfaringer med elektroingeniør-utdanningen. Med dette som utgangspunkt jobbet prosjektgruppa fram en plan for hva de ønsket å jobbe med og etter hvert temaer det kunne lages felles videoressurser på. Videoressurser ble produsert løpende i prosjektperioden og tatt i bruk suksessivt. I fase to, høsten 2015, ble effekten(-e) av bruken av videoene undersøkt og evaluert for første gang gjennom spørreundersøkelser med både åpne spørsmål og flervalgsspørsmål. Videre skrev prosjektdeltakerne refleksjonsnotater etter andre og tredje runde (høst 2016). Spørreundersøkelsene ble evaluert og endret for hver runde slik at de ble tilpasset prosjektgruppas behov og ny kunnskap. Til slutt i hver runde ble nye forbedringer på basis av økt kunnskap om effekt, ressursforbruk og prosess planlagt og gjennomført.

### 2.4 Validitet, reliabilitet og overføringsverdi

Prosjektet har for få informanter til at de kvantitative resultatene kan etterprøves og er slik sett ikke overførbare til andre situasjoner [28]. Undersøkelsenes reliabilitet kan forsvares ved at spørsmålene bygger på tidligere forskningsprosjekter [26, 27] og gjennom prosjektets gang har de gjennomgått evalueringer og forbedringer. På den annen side gir kvalitative analyser aldri annet enn tendenser [28].

Og i aksjonsforskning er prosessen i seg selv, med spørsmål og refleksjon, like viktig som resultatene av forskningen, slik sett er spørreundersøkelsene mer et verktøy for refleksjon heller en empiri som skal diskuteres og analyseres.

### 3 RESULTATER

#### 3.1 Prosjektdeltakerne (lærerene)

I oppstarten av prosjektet var det med deltakere fra til sammen elleve høyskoler og universiteter, dette ble redusert til fem tidlig. En kommentar på dette var: *”Jeg tror engasjementet for å kunne være med å finne løsninger som gjorde at studentene kunne lære utenfor klasserommet/auditoriet forsvant litt når de så at de måtte endre sin undervisning. Ikke minst også at de måtte bruke mer tid..”*

Ved prosjektets start kjente mange av lærerne på frykten for at studentene skulle bli borte fra undervisningen, men oppmøtet har ikke sunket etter at man startet med videoene og denne bekymringen er nå helt fraværende. Generelt har kunnskapen om hva slags videoer som fungerer og er effektive økt mye i gruppa, dessuten bidrar videoene til økt tilgjengelighet for studentene; universell utforming. Lærerne opplever også stor motivasjon i at undersøkelser viser at studentene benytter ressursene til å tilegne seg fagstoff. I tillegg: *”Siden ressursene er laget av mange lærere, er det en nytteverdi at studenter kan få fagstoffet presentert på flere måter. Dersom studentene ikke forstår én lærers forklaring, kan en annen lærers fremstilling kanskje være til hjelp.”*

Noen av lærerne begynte med, eller var i startgropa på å begynne med omvendt læring [12] fordi man gjennom dette prosjektet møtte andre som hadde gode erfaringer. Symbiosen med ulik kompetanse og læring av hverandre ble framhevet som et suksesskriterium blant deltakerne. Videre at kollegaers videoer var noe man lærte mye av; man oppdaget at den måten man selv beskriver eller forklarer løsninger til studentene på, ikke nødvendigvis er den eneste eller beste. Slik hadde man høy grad av egen nytte i å delta i prosjektet. Ved å studere andres arbeid fikk man mulighet til å se sitt eget arbeid i nytt lys, og slik bli i stand til å endre egen praksis. *”Det å se kollegaers måte å forklare metoder og analyser på i undervisningsvideoer gir nye innfallsvinkler til hvordan stoffet kan bearbeides”.*

En av lærerne med mest erfaring skrev at *”..hvis vi sammenligner de to forløpene tradisjonell og omvendt undervisning, ser vi at de samles om et felles mål. De munner begge ut i at man skal kunne løse oppgaver, noe som er målet for undervisning i elektroteknikk. Min opplevelse er at omvendt undervisning gjennomført med et godt materiale (video og eller tekst) skaper engasjement og spørsmål som er et godt utgangspunkt for arbeidet i klasserommet.”*

#### 3.2 Data fra studentundersøkelsene som lærerne selv mente var viktig for egen utvikling

Det kommende er de resultatene fra studentundersøkelsene som prosjektdeltakerne selv framhevet som viktig mtp. utvikling av egen undervisningspraksis.

Dialog er viktig og mulighet for å kunne stille spørsmål når behovet er der oppleves som svært viktig for studentene. Dette framheves i sterk grad når studentene blir spurt om hvorfor man skal ha forelesninger når teorien likevel presenteres på video.

Tabell 2 Hvorfor ser du på nettførelsesninger? (flere valg mulig)

HVA	Høst 2015*	Vår 2016*	Høst 2016*
Som forberedelse til undervisning	23,5	12,6	10
Som repetisjon	64,7	75,6	53,3
Fordi jeg ikke var tilstede på campus under forelesningen	47,1	66,2	36,7
Forberedelser til eksamen	17,6	75,7	53,3
Studerer problemstillinger jeg ikke forsto innledningsvis	64,7	50,5	43,3
Som supplement til annet studiemateriell	29,4	29,5	46,7
Jeg bruker nettførelsesninger i stedet for annet studiemateriell	17,6	14	6,7
*Angitt i %	N 17	N 71	N 30

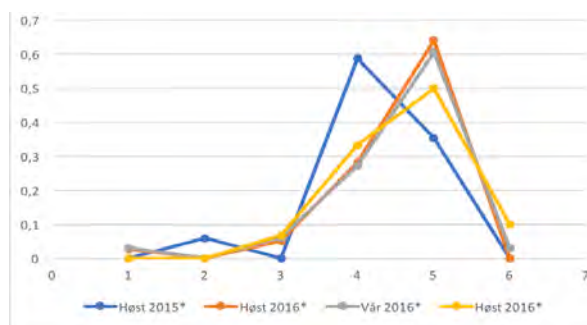
Tabell 2 indikerer at videoene har blitt mer benyttet over tid, men også at de blir brukt mest i vårhalvåret (vår 2016). Videoene benyttes mest når det nærmer seg eksamen (emnet går over to semestre med eksamen på våren). Selv om svarfrekvensen er lav kommer dette trekket tydelig frem. Resultatene viser også at bruk av videoene har økt etter at studentene fikk tilgang til videoene fra de

andre høgskolene. I andre runde finner vi (ved å analysere resultatene fra den institusjonen som har data fra alle tre rundene) en mulig sammenheng mellom det at lærerne trekker videoene mer aktivt med i undervisningen og ”reklamerer” for dem og at studentene svarer at de bruker dem mer aktivt.

Studentene sier at de bruker videoene til repetisjon, som supplement til vanlig forelesning og for å fordype seg i stoffet. En student understreket dette ved å si at: ”...når jeg forstår det vi driver med, eller har drevet med er det lettere å forstå nytt stoff og lære det mye raskere”, noe neste student også bekrefter: ”Dersom jeg ikke forsto noe kan jeg fordype meg mer i dette når kommer hjem, dermed blir jeg mer til stedet ved neste forelesning.

Tabell 3 Nettførelsingene var faglig relevante (Skalaen går fra 1 (helt uenig) til 5 (helt enig))

	Høst 2015	Vår 2016	Vår 2016	Høst 2016
1	0,0 %	2,6 %	3,0 %	0,0 %
2	5,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
3	0,0 %	5,1 %	6,1 %	6,7 %
4	58,8 %	28,2 %	27,3 %	33,3 %
5	35,3 %	64,1 %	60,6 %	50,0 %
Vet ikke	0,0 %	0,0 %	3,0 %	10,0 %
	N 17	N 39	N 33	N 30



Tabell 3 viser at studentene i veldig høy grad opplever videoene som faglig nyttige.

#### 4 DISKUSJON OG ANALYSE

Både teoritilfang underveis og prosjektets framdrift preges av lærernes ønske om å få endring i praksis. Målet var jo i utgangspunktet å lage videoer til bruk i undervisningen. Underveis ser man hvordan lærerne blir mer bevisste sin egen praksis og reflekterer over denne. Utviklingsarbeidet ble hele veien styrt av deltakernes refleksjoner rundt studentenes respons og egne erfaringer. Dette kjennetegner aksjonsforskning som metode, hvor siktemålet er å utvikle praksis, og refleksjon er et nøkkelbegrep [23, 24]. Et av momentene som deltakerne trekker fram som viktig for seg selv, er læring og bevisstgjøring m.h.t. videoenes utforming og bruk. Ved å bli trygge på dette ønsker mange å gå videre med å utvikle undervisninga si, og de trekker fram omvendt undervisning og mer interaktivitet som relevante veier å gå. Nettopp fordi de gjennom situert læring i et profesjonelt læringsfelleskap møtte andre som hadde gode erfaringer med f.eks. omvendt læring [12] og det åpnet opp for selv å ”flippe” undervisninga si, eller i det minste tenke på det som en mulighet. Dette samsvarer godt med Wengers teori om situert læring, der det er det kollektive og gruppa som bidrar til at man lærer, ikke at man må sette seg ned i en formell skolesituasjon [29, 30].

Lærerne blir tydelig motivert av at de ser at studentene bruker videoene, det å få bekræftelse på at det de utvikler og legger til rette for virker eller blir benyttet av studentene skaper ny motivasjon for å jobbe videre, og i gjennomgang av datamateriale fra studentene kommer dette tydelig frem. At studentene for eksempel synes videoene er faglig relevante gir lærerne økt motivasjon til videre utvikling. Slik sett kan underveisrefleksjon kan bidra til økt kvalitet. Og lærerne vil, som nevnt over her, fortsette med å utvikle egen praksis fordi man ser at arbeidet de gjør ”virker”.

Prosjektets utgangspunkt var å utvikle pensumbaserte videoressurser til bruk i undervisning på tvers av institusjonene, altså et rent praktisk prosjekt. Ikke helt atypisk for ingeniører ble dette sett på som en steg for steg prosess. Og det var først gjennom egen- og grupperefleksjon sent i prosjektperioden at deltakerne selv så hvor mye de hadde utviklet seg og sin undervisningspraksis. Gjennom å hele tiden jobbe sammen, diskutere, lære av hverandre endret kunnskapsnivået seg på flere måter enn bare rundt det tekniske i en videoproduksjon, som nok var hvor forventningsnivået i stor grad lå i begynnelsen av dette prosjektet. Konklusjonen er derfor at kunnskap om undervisning og refleksjon rundt hvordan de selv underviser forandret seg i lærergruppa underveis i prosjektet.

#### 5 VIDERE ARBEID

Det kan være av interesse å følge denne gruppa videre og se i hvilken grad et praksisfelleskap kan leve videre når allokerte midler blir borte. Er motivasjonen og relasjonene sterke nok til å utvikle for eksempel mer interaksjon rundt videoene eller implementere omvendt undervisning i egen praksis.

## 6 TAKKSIGELSER

Takk til Norgesuniversitetet for prosjektstøtte [10].

## REFERENCES

1. Kay, R.H., *Exploring the use of video podcasts in education: A comprehensive review of the literature*. Computers in Human Behavior, 2012. **28**(3): p. 820-831.
2. Brame, C.J. *Effective educational videos*. 2015 [12.01.17]; Available from: <http://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/effective-educational-videos>.
3. Tsagkias, M., et al., *Predicting podcast preference: An analysis framework and its application*. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2010. **61**(2): p. 374-391.
4. Rønning, F., *Innovativ utdanning i matematikk*. Uniped, 2015. **38**(04): p. 319-326.
5. Rensaa, R.J., *Ingeniørstudenters bruk av læringsverktøy i et lineær algebra-emne - Hvilken rolle spiller nettbaserte forelesninger?* Uniped, 2015. **38**(04): p. 346-3.
6. Fernandez, V., et al., *'Low-Cost Educational Videos' for Engineering Students: A New Concept Based on Video Stream and Youtube Channels*. International Journal of Engineering Education, 2011. **27**(3): p. 1-10.
7. Johansen, F., A. Stadheim, and N. Tvenge, *Produksjon og bruk av digitale læringsobjekter i fleksibel ingeniørutdanning*. Uniped Tidsskrift for universitets- og høyskolepedagogikk, 2011. **34**(1): p. 13.
8. *Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning*, Lovdata, Editor. 2011: lovdata.no.
9. Rammeplansekretariatet. *Revisjon av rammeplan for ingeniørutdanning*. 2010; Available from: <http://www.hio.no/Enheter/Ny-rammeplan-for-ingenioerutdanningen>.
10. *NUV-prosjekt P03/14 Elektriske kretser*. 2014, Cristin.
11. Aas, K.T., *Hvordan opplever og utnytter lærere omvendt undervisning som støtte for læring i klasserommet?* 2015.
12. Betihavas, V., et al., *The evidence for 'flipping out': A systematic review of the flipped classroom in nursing education*. Nurse Education Today, 2016. **38**: p. 15-21.
13. Yarbrow, J., et al., *Extension of a review of flipped learning*. 2014.
14. Wieman, C., *Stop lecturing me*. Scientific American, 2014. **311**(2): p. 70-71.
15. Chickering, A.W. and Z.F. Gamson, *Seven principles for good practice in undergraduate education*. Biochemical Education, 1989. **17**(3): p. 140-141.
16. Mincu, M.E., *Teacher quality and school improvement: what is the role of research?* Oxford Review of Education, 2015. **41**(2): p. 253-269.
17. Hilde Ørnes, J.W., Jens Breivik, Kristin Josefine Solstad, Marit Aure, Birgit Abelse, *Digital tilstand i høyere utdanning*. 2011, Norgesuniversitetet: Tromsø. p. 291.
18. Bonesrønning, H. and L. Opstad, *How Much is Students' College Performance Affected by Quantity of Study?* International Review of Economics Education, 2012. **11**(2): p. 18.
19. Hung, D., *Situated Cognition and Problem-Based Learning: Implications for Learning and Instruction with Technology*. Journal of Interactive Learning Research, 2002. **13**(4): p. 393-414.
20. Lave, J., Wenger, E., *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. 1991, Cambridge: Cambridge University Press.
21. Wenger, E., McDermott, R., & Snyder, W. M., *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. . 2002, Boston: Harvard Business School Press.
22. Wenger, E., *Cultivating communities of practice - A quick start-up guide*, start\_up\_guide, Editor. 2002.
23. Hummelvoll, J.K., E. Andvig, and A. Lyberg, *Etiske utfordringer i praksisnær forskning*. 2010: Gyldendal Akademisk.
24. Coghlan, D. and T. Brannick, *Doing action research in your own organization*. 2014: Sage.
25. Mette MoJakobsen, R.A., *Utdanningskvalitet i teknologi og realfag – en vitenskapelig tilnærming til undervisning og læring*. Uniped, 2015. **38**(04): p. 255-263.
26. Tsagkias, M., M. Larson, and M. De Rijcke, *Predicting podcast preference: An analysis framework and its application*. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2010. **61**(2): p. 374-391.

27. Rose, K.K., *Student Perceptions of the Use of Instructor-Made Videos in Online and Face-to-Face Classes*. Journal of Online Learning and Teaching, 2009. **5**(3).
28. Johannessen, A., P.A. Tuft, and L. Kristoffersen, *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. 2006, Oslo: Abstrakt forl. 382 s.
29. Wenger, E., *Communities of Practice; learning meaning and identity*. 1988, Cambridge: Cambridge University Press.
30. Brown, J.S., and Duguid, P, *Organizational learning and communities of-practice: toward a unified view of working, learning, and innovation*. Organization Science 1991. **2**(1): p. 40-57.



# Programutvikling

## Utsikten

### Torsdag 30 mars

*Sesjonsansvarlig: Ove Kvammen, HVL*

15.50-16.25

**En prosjektpedagogisk modell med mål å utdanne kreative, innovative og entreprenørielle ingeniører**

Dæhli, Hasleberg

16.35-17.10

**Developing work placements in a discipline education**

Velle, Nielsen Hole

### Fredag 31 mars

*Sesjonsansvarlig: Tiina Komulainen, HiOA*

11.00-11.35

**Interviewing researchers-introducing first year bachelor students to their scientific discipline**

Malm, Lundmark, Lilleøren

11.40-12.15

**Numerical competence and quantitative skills in biology education**

Eliassen, Kolding, Smedmark, Vandvik

12.20-12.55

**Teoriforståing og identitetsbygging gjennom praktisk designarbeid**

Lundheim, Ekman, Larsen, Tybell





# En prosjektpedagogisk modell med mål å utdanne kreative, innovative og entreprenørielle ingeniører

O. Dæhli, H. Hasleberg, *Høgskolen i Sørøst-Norge*

**SAMMENDRAG:** Nyutdannede ingeniører møter i dag et arbeidsliv der det stilles store forventninger til kreativitet, innovativ tenking og entreprenørielle ferdigheter, hvilket også er vektlagt i den nyeste rammeplanen for ingeniørutdanningen.

Ved Høgskolen i Sørøst-Norge, studiested Porsgrunn, benyttes en pedagogisk modell basert på prosjektbasert læring som en rød tråd gjennom ingeniørstudiene. Allerede i et ingeniørfaglig introduksjonsemne i 1. semester vektlegges det entreprenørielle, med innovasjonscamp som ett av virkemidlene. I 5. semester gis studentene mulighet for å velge «Entreprenørskap», mens de i 6. semester kan velge «Studentbedrift», som et alternativ til en tradisjonell bacheloroppgave.

I artikkelen ses det spesielt på grunnlaget som etableres i 1. semestersemnet «Prosjektmetodikk, IKT-verktøy og økonomi». Det legges der stor vekt på aktive læringsformer og variasjon i virkemidler. Studentene jobber i team, deltar i en konkurranse, får forelesninger og øvingsoppgaver og tilgang til diverse videoressurser. Det er nær kobling mellom studenter og fagpersonale, og det legges opp til en vitenskapelig tilnærming til problemstillingene i prosjektene. Gjennom prosjektene, bruk av eksterne forelesere og bruk av en ekstern oppdragsgiver for en tverrfaglig innovasjonscamp, etableres det tidlig kontakt mellom studenter og arbeidsliv.

Studentene i 1. semester gir gode tilbakemeldinger på emnet og opplever det som relevant for senere arbeidsliv. En ekstern partner har vært oppdragsgiver for innovasjonscampene fem år på rad. Våre studentbedrifter presterer svært godt nasjonalt og internasjonalt. De tre siste årene er det etablert 5 firmaer etter avsluttet «Studentbedrift». Viktige innovasjonsnettverk er etablert i entreprenørskapssatsingen, med blant annet industriinkubatoren Proventia, Statens vegvesen og University of California, Berkeley.

## 1 INNLEDNING

Norsk industri og arbeidsliv er i stor endring. Behovet for ingeniører med entreprenørielle kunnskaper og ferdigheter øker, og det er derfor viktig at dette reflekteres i utdanningstilbudene.

Ingeniørutdanningen i Porsgrunn har helt siden 1980-tallet vært forankret i en pedagogisk modell der studentprosjekter gjennom hele studiet har vært et viktig element. Modellen hentet sin inspirasjon fra Aalborg Universitet. I Danmark hadde modellen sitt utspring på 70-tallet fra et «opprør» mot datidens tradisjonelle læringsformer.

Utdanningsløpene frem til da ble betegnet som lærerstyrte og med lite rom for kritisk tenking. Nå ble det en dreining fra lærerstyrt undervisning mot mer aktive læringsformer, der læringen skulle ta utgangspunkt i studentenes etablerte erfaringer.

Illeris skriver «*Et felles slagord for en stor del av disse aktiviteter var at 'man skal tage udgangspunkt i deltagerens erfaringer', og netop denne formuleringen blev vel ofte forstået som erfaringspedagogikkens grundsætning*...» [1].

Prosjektarbeid, der studentene tok aktiv del i problemformuleringen, var ett av virkemidlene for å sikre studentene et sterkere eierskap til egen læring. En metode kalt Problemorientert prosjektpedagogikk (POPP), basert på et konstruktivistisk læringssyn, ble utviklet. Den har klare fellestrekk med Problembasert læring (PBL), men med større vekt på at idéene skulle ta utgangspunkt i studentenes egne erfaringer [2].

Prosjekttilnærmingen egnet seg også svært bra for en ingeniørutdanning. I tillegg til at dette ble betraktet som en god pedagogisk modell for læring, gav prosjektene i tillegg ingeniørstudentene nyttig praksis gjennom jobbing med relevante ingeniøroppgaver og arbeidsmetodikk. «Prosjektmodellen» ble derfor innført for alle linjene ved det som den gang het «Telemark Ingeniørhøgskole».

Prosjektmodellen er fortsatt i utstrakt bruk ved ingeniørutdanningen i dag, men læringsmålene er endret. De siste ti årene har det blitt stadig større fokus på betydningen av entreprenørskap. Den nyeste versjonen av ingeniørrammeplanen har blant annet følgende ferdighetsmål: «*Kandidaten kan bidra til nytenkning, innovasjon og entreprenørskap gjennom deltakelse i utvikling og realisering av bærekraftige og samfunnsnyttige produkter, systemer og/eller løsninger* [3]».

Med den stadig økende betydningen av entreprenørskap i utdanningen, ble det vurdert hvordan prosjektmodellen også kunne brukes til å styrke dette aspektet ved utdanningen. Tre viktige tiltak er innført med tanke på å få et helhetlig perspektiv på dette i utdanningen:

1. Studentene gis en tidlig introduksjon til entreprenørskapstankegang gjennom prosjektemnet de introduseres for i 1. semester. En innovasjonscamp er her et viktig virkemiddel.
2. I 5. semester kan studentene velge emnet «Entreprenørskap». Der opprettes det studentbedrifter basert på studentenes egne forretningsidéer. Emnet «Entreprenørskap» ble etablert i år 2010.
3. I 6. semester kan studentene velge «Studentbedrift» som alternativ til en tradisjonell bacheloroppgave. Studentene videreutvikler da sine teknologiske produkter eller tjenester og drifter en teknologibedrift gjennom semesteret. «Studentbedrift» ble etablert i år 2004.

I denne artikkelen drøftes ulike virkemidler benyttet i entreprenørskapsatsingen og resultater som er oppnådd. Artikkelen har hovedfokus på introduksjonsemnet i 1. semester, som er første fase i å utvikle studentenes entreprenørielle ferdigheter. Det er skrevet flere artikler om entreprenørskapsmetodikk ved Høgskolen i Sørøst-Norge (HSN) i Porsgrunn, og resultater fra disse er tatt med i drøftingen.

## **2 FAGLIG OG PEDAGOGISK OPPLÈGG I INTRODUKSJONSEMNET**

1. semestersemnet «Prosjektmetodikk, IKT-verktøy og økonomi» [4] er et ingeniørfaglig 10 studiepoengs introduksjonsemne, der studentene får trening i prosjektarbeid med ukjente medstudenter.

For å gjøre emnet engasjerende, er det lagt opp til stor variasjon av virkemidler, deriblant prosjektarbeid, prosjektveiledning, innovasjonscamp, forelesninger, øvingstimer, prøver, rapportskrivning, bruk av videoer m.m.

Det at studentene allerede fra oppstarten jobber sammen i team, både innad på studieretningene og tverrfaglig med andre studieretninger, er viktig for tidlig å skape relasjoner og sosial trygghet studentene imellom. Et mål er at dette skal redusere frafall og stimulere til kreativitet.

Prosjektene har sine egne resultatmål, men emnets hovedmål er å trene studentene i metodikk relatert til prosjektarbeid, samt å etablere et entreprenørielt tankesett. Studentene får tildelt oppgavetemaer, men må i stor grad selv bidra til å formulere problemstillingen, planlegge arbeidet, følge opp fremdriften og ta ansvaret for måloppnåelsen.

Parallelt med prosjektarbeidet får studentene presentert et sett med forelesninger som anses relevante for prosjektarbeidet. Til dette benyttes flere eksterne forelesere, slik at studentene tidlig erfarer kontakt med arbeidslivet.

Ferdigheter læres ikke gjennom forelesninger i et klasserom, men må oppøves gjennom praktisk arbeid. Studentene får i prosjektene erfaring med å jobbe i team, være prosjektleder, håndtere konflikter, definere prosjektmål, organisere arbeidet, gjennomføre formelle og uformelle møter, skrive møteinnkallinger og møtereferat, beskrive prosjektet i en WBS (Work Breakdown Structure), utarbeide en tidsplan med Gantt-diagram, samt utvise selvstendig og kollektivt ansvar for å oppnå målene.

For å sette ekstra fokus på det entreprenørielle, legges det inn en todagers obligatorisk innovasjonscamp midtveis i semesteret, i regi av en stor ekstern samarbeidspartner. Da brytes de opprinnelige teamene opp og settes sammen i nye konstellasjoner, da som tverrfaglige team på tvers av studieretningene.

To viktige mål for dette ingeniørfaglige basisemnet er å:

1. etablere et godt grunnlag hos studentene for systematisk arbeid med teknologiprojekter
2. bidra til å skape grobunn for kreative, innovative og entreprenørielle ingeniører

Ved å stimulere til personlig utvikling og holdninger hos studentene, er målet å fremme gode teamegenskaper og bidra til innovasjon, utholdenhet og ansvarsbevissthet.

Sentrale læringsselementer:

- Forelesninger og øvinger gis i sentrale temaer innen prosjektmetodikk, IKT-verktøy og økonomi. Flere forelesere hentes inn fra arbeidslivet.
- Ferdigheter oppøves ved at teorien lært i forelesningene skal benyttes i prosjektene.
- En samling elektroniske ressurser (dokumenter og videoressurser) tilgjengeliggjøres via LMS (Learning Management System).
- Studentene organiseres i team og får en problemstilling der de selv må lage en målbeskrivelse, organisere prosjektarbeidet og lage en framdriftsplan. Budsjettering og kost-nyttevurderinger er en del av prosjektoppgaven.
- Studentene jobber i team med prosjektene gjennom hele semesteret. De må lage team-avtaler og arbeide med konfliktforebygging og konflikthåndtering.
- Teamene må i prosjektoppgavene innhente, analysere og drøfte data, samt skrive rapport og holde en presentasjon for et publikum.
- Det holdes ukentlige møter mellom student-teamene og deres veiledere. Studentene må lage møteinnkallinger, lede møtene og skrive møtereferater.
- En 2-dagers obligatorisk tverrfaglig innovasjonscamp holdes midtveis i kurset med en oppdragsgiver fra arbeidslivet.

Emnet gir kandidatene grunnleggende kunnskaper og ferdigheter innen prosjektmetodikk, IKT-verktøy og økonomi og stimulere til et entreprenørielt tankesett. I tillegg bidrar team-arbeidet til at studentene tidlig blir godt kjent med hverandre, både innad og på tvers av studieretninger.

I senere fagprosjekter, samt emnene «Entreprenørskap» og «Studentbedrift», benyttes samme metodikk som er innøvd i dette introduksjonsemnet.

### **3 METODISK TILNÆRMING**

Emnet «Prosjektøkonomi, IKT-verktøy og økonomi», og oppfølgingen med «Entreprenørskap» og deretter «Studentbedrift», inkluderer et stort antall studenter og veiledere.

Flere ansattes publiserte artikler av relevans er tatt med i vurderingene [5], [6], [7], [8], [9]. Det er gjennom flere år systematisk gjennomført kvantitative og kvalitative evalueringer, både elektroniske og muntlige, der studentene har gitt tilbakemeldinger på gjennomføring av kurs og kurselementer. Det er foretatt intervjuer av uteksaminerte studenter som valgte «Entreprenørskap» og «Studentbedrift».

Det er videre benyttet statistiske data for ulike formål av relevans, som eksempelvis hvilke nettverk som er etablert (nasjonalt og internasjonalt), karakterdata, studentenes og oppdragsgivers evaluering av innovasjonscampene, hvordan studentbedriftene har gjort det i konkurranser nasjonalt og internasjonalt og antall studentbedrifter som videreføres som bedrifter etter endt studium. Ut fra dette kan man danne seg et bilde av i hvilken grad man lykkes med entreprenørskap i utdanningen.

### **4 RESULTATER OG DRØFTING**

Kreativitet, innovativitet og entreprenørielle ferdigheter er vanskelig å måle. Som en tilnærming er dette derfor drøftet og brutt ned i målbare elementer, som anses som viktige indikatorer. I det følgende er resultater presentert og drøftet.

#### **4.1 Nettverksbygging mot arbeidsliv og offentlige aktører**

Gjennom entreprenørskapssatsingen har høgskolen etablert viktig kontakt med arbeids- og næringsliv. Høgskolen har utviklet et godt samarbeid med viktige offentlige aktører både nasjonalt og internasjonalt.

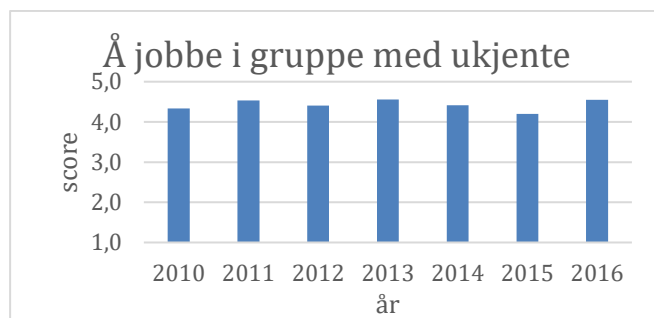
Blant etablerte samarbeidspartnere er Statens vegvesen, University of California - Berkeley, eksterne forelesere, mentorer, Vekst i Grenland, Proventia, Herøya Industripark, Innovasjon Norge - Telemark, Ungt Entreprenørskap - Telemark, Ungt Entreprenørskap - Norge, START, Telemark fylkeskommune, Grenland Friteater.

## 4.2 Innovasjonscamp som inspirasjon til å tenke entreprenørielt

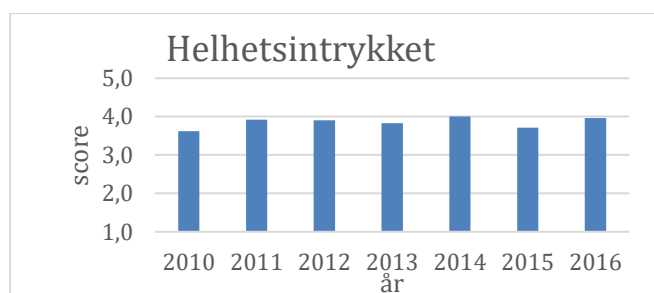
Innovasjonscampen er en todagers workshop i 1. semester med studentene organisert i ca. 35 tverrfaglige grupper med 5 til 7 personer. Innovasjonscamp ble innført i 2010 og ca. 1250 studenter har deltatt.

Gruppene må velge ett av flere oppdrag som blir presentert av eksterne firma. Gruppene får veiledning av representanter fra oppdragsgiveren(e) og av «peer mentors» representert ved studenter i 3. klasse. Campen avsluttes med en konkurranse med en profesjonell jury.

Studentene evaluerer campen ved å besvare et spørreskjema med 9 spørsmål. Skjemaene blir samlet inn ved avsluttet camp. Poengskalaen er fra 1 til 5, hvor 5 er høyeste score. I Figur 1 og Figur 2 vises studentenes tilbakemeldinger på to av spørsmålene om innovasjonscamp.



Figur 1 viser hvordan studentene synes det er å jobbe i gruppe med ukjente.



Figur 2 viser hvilket helhetsinntrykket studentene har av campen.

## 4.3 Hvordan presterer studentbedriftene

Siden 2004 har ingeniørstudentene i Porsgrunn etablert 70 studentbedrifter med totalt ca. 300 studenter. Disse har vunnet 8 internasjonale og 47 nasjonale priser. HSN i Porsgrunn er den mestvinnende høgskolen i landet på Studentbedrift, og prosjektrettet undervisning er et viktig element i å utvikle entreprenørskapsholdninger og -ferdigheter. I løpet av to siste årene er fem bedrifter etablert med basis i tidligere studentbedrifter i samarbeid med industriinkubatoren Proventia.

## 4.4 Tilbakemeldinger fra studenter etter endt utdanning:

Det pågår for tiden intervjuer av tidligere studenter som under ingeniørutdanningen valgte «Entreprenørskap» og «Studentbedrift». Det er overveiende positive tilbakemeldinger, og nedenfor er to representative sitater gjengitt.

*«Studentbedrift har åpnet mange dører for meg og resten av gruppen. Jeg har fått beskjed om at jeg ikke hadde fått min jobb uten den erfaringen jeg nå besitter på grunn av studentbedriften.*

*Vi valgte å bruke en del av premiepengene våre til å starte aksjeselskapet som nå alle 5 er medeiere i. Innovasjon Norge har allerede gått inn med store midler og ved slutten av året vil vi med stor sannsynlighet være en «millionbedrift» og alt dette kommer av arbeidet som ble lagt ned i Entreprenørskap og Studentbedrift».*

Per Egil Ekroll. Indago SB. 2016

«Stå på videre med å få engasjert flere gründere i Porsgrunn, og hils gjerne nye studenter fra meg og si at dette faget verdsettes veldig i jobbsøksammenheng.

*Selv har jeg som sagt nylig fått ingeniørjobb som jeg begynner i på nyåret, og bedriften fant min bakgrunn og erfaring i entreprenørskap veldig interessant fremfor det å ha gjennomført en vanlig ordinær bacheloroppgave».*

Glenn Christian Johnsen. Cuthelp SB. 2016

## 5 KONKLUSJON

Et viktig grunnlag for entreprenørskapssatsingen etableres allerede i 1. semester gjennom emnet «Prosjektmetodikk, IKT-verktøy og økonomi». Læringsutbyttet sikres gjennom bruk av varierte læringsformer, som prosjekt, forelesninger, øvinger, innovasjonscamp, videoressurser m.m. Studentene får tidlig forståelse for betydningen av kreativitet, egeninnsats, god arbeidsmetodikk, tverrfaglighet, nettverksbygging og andre viktige entreprenørielle ferdigheter.

At mange studenter velger Studentbedrift som alternativ bacheloroppgave, og at studentene presterer så godt med dette både på nasjonalt og internasjonalt nivå, antas å henge sammen med de ferdigheter de opparbeidet seg i 1. semester.

Entreprenørskapssatsingen har også bidratt til et stort kontaktnett mot private og offentlige aktører, og andre høyskoler og universiteter, som for eksempel University of California, Berkely og NMBU.

Innovasjonscampen er et særskilt viktig virkemiddel for tidlig å skape entreprenørskapsinteresse. Det at studentene tidlig settes sammen i team, samtidig som det i innovasjonscampen etableres nye tverrfaglige team, gjør at det etableres faglige og sosiale relasjoner som er viktige for studentenes videre studier.

Det vil jobbes videre med undersøkelser og kontinuerlige forbedringstiltak. Blant planlagte tiltak er å

- introdusere videoer med rollespill som eksemplifiserer ulike team-utfordringer, som at veilederen tar over som gruppeleder, studenter ikke holder avtaler eller at én student vil være ansvarlig for alt på prosjektet
- jobbe videre med undersøkelser rettet mot studenter som i sine studier valgte emnene «Entreprenørskap» og «Studentbedrift»
- utarbeide kurs for nye veiledere om prosjektmetodikk og veilederens rolle

## REFERANSER

- [1] Illeris, K. (1981). Modkvalifiseringens pædagogikk - problemorientering, deltagerstyring og eksemplarisk inlæring: Unge pædagoger, København.
- [2] Dirckink-Holmfeld, L. and Fibiger, B. (2002). Learning in Virtual Environments: Samfundslitteratur, pp. 35-54.
- [3] Kunnskapsdepartementet. (2011, 30.10.2016). Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning [Lovdata]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-02-03-107>
- [4] Hasleberg, H. (2016, 30-10). Studie- og fagplaner, studier med oppstart studieåret 2016-2017. Available: <http://fagplaner.hit.no/nexusnor/content/view/full/41698/language/nor-NO>
- [5] Hagen, S. T. and Hasleberg, H., "Entrepreneurship in Higher Education—New Teaching Method," presented at EDULEARN15, Barcelona, Spain, 2015.
- [6] Kubberød, E. and Hagen, S. T., "Mentoring Models in Entrepreneurship Education," presented at EDULEARN15, Barcelona, Spain, 2015.
- [7] Hasleberg, H. and Hagen, S. T., "Innovation camp in higher education – one tool to face challenges concerning unemployment by preparing young people for business," presented at EDULEARN16, Barcelona, Spain, 2016.
- [8] Waskaas, M. and Hermanowicz, S., "A Comparison Study of the Technology Entrepreneurship Programs at University College of Southeast Norway and University of California, Berkeley," presented at EDULEARN16, Barcelona, Spain, 2016.
- [9] Dæhli, O., "Improving the student's general ICT skills in Engineering Education," presented at EDULEARN16, Barcelona, Spain, 2016.

# Developing work placements in a discipline education

G. Velle *Uni Research Environment, Bergen, Norway*  
and *Department of biology, University of Bergen, Bergen, Norway;*  
T. Nielsen Hole *Department of biology, University of Bergen, Bergen, Norway*

**ABSTRACT:** Educational programs within higher education are often divided into discipline- and professional programs. Professional programs prepare students for a specific profession and include relevant theoretical- and practical knowledge. Discipline programs emphasize theoretical knowledge and research. Except for a career within research and higher education, discipline programs provide less obvious links to future careers. The transition from student life to working life may therefore be challenging.

In order to focus more on practical- and work-related activities and future careers, we have included work placement as part of the discipline study programs in biology at the University of Bergen. In this paper, we present and discuss the work placement and our experiences from developing work placement as a coursework.

The work placement is arranged as a course where the students work at least 140 hours at a workplace as biologist. In addition, the students write four open blog-posts about their work placement, submit one reflection essay to the course organizer and give a presentation on their experience from the work placement. In all assignments, the students reflect on the learning that takes place, rather than focusing on practical tasks that they have performed. The course teachers also meet with the students during the work placement and help to relate the knowledge learned at campus to work performed at the workplace. In addition, the roles of a biologist in today's society are presented for the students during the course.

Based on feedback from the students, other discipline study programs may benefit from including work placement. We hope that our experiences may be of aid.

**Key words:** Tacit knowledge, Blog, Reflection essay, University courses, Workplace learning

## 1 INTRODUCTION

Higher education is often divided into disciplinary and professional programs. Professional programs prepare students for a profession and include relevant theoretical- and occupational training. Discipline programs are linked to a scientific discipline, and the training is more aimed towards research, and students develop competence and expertise within a knowledge domain. The link to research ensures updated knowledge and these programs are therefore less sensitive to fluctuations in the job market than professional programs. However, except for a career within research and higher education, discipline programs provide less obvious links to and experience aimed at students' future occupations. Such links are sought after by many students in discipline programs and they express a wish for more practical and explicitly work-related activities in their curriculum (Hole *et al.*, 2016; NOKUT, 2014). This also echoes policy-makers' calls for increased workplace integration (Regjeringen, 2014, 2017), and supports research supporting that work placements can have positive impact on motivation (Gardner and Belland, 2012; Kyndt *et al.*, 2011), study progression (Næss *et al.*, 2012) and learning (Kennedy *et al.*, 2015).

While work placement is an integrated part of professional study programs, it is rarely used in discipline education in Norway. In the professional study programmes, practice is seen as an opportunity to observe and learn from the professional experts and experience relevant and authentic work settings (Bogo, 2006; Edwards *et al.*, 2004), preparing the students for a professional career after practice (Aldas *et al.*, 2010; Simons *et al.*, 2012). After all, some knowledge will only be learned after experience and execution (Dreyfus and Dreyfus, 1986; Polanyi, 1967). Most biologists in the work force use theoretical and practical knowledge in concert, which suggests that increased practical training will ease the transition from student life to working life.

Finally, work placement is a student active teaching method, which compared to traditional instruction is more beneficial for learning, and positively influence students' learning, achievement and knowledge retention (Freeman *et al.*, 2014; Singer *et al.*, 2013). In sum, opportunities for enhanced learning may be missed by traditional teaching practices. Work placements, if carefully planned and executed, have the potential to combine theoretical knowledge, student-active teaching and work-related activities beneficial for future careers. This training may also increase awareness of the students' transferable skills and foster new transferable skills.

In order to explore its potential, we have included work placements as a part of the discipline study program in biology at the University of Bergen. In this paper, we present and discuss the development of the work placement. We have improved the placement after feedback from students after their placement. In order to foster learning, we have followed Matthew *et al.* (2012) and Ryle (1949) and aimed at increasing the students' reflection about their learning. We have also aimed at increasing their understanding of the role of a biologist and made the work placement relevant for their in-campus education and future career, as highlighted by Matthew *et al.* (2012). Based on feedback from students, we think other study discipline programs may benefit from including work placement.

## 2 INITIATION AND INVITATION TO WORKPLACE HOSTS

During fall 2014, 45 institutions near Bergen were invited to be hosts for work placement students in biology. These include private- and governmental institutions and were selected because they were known by the course teachers to use biological competences during daily work. In the invitation, we described potential benefits for students and for hosts. For the host, that this is an opportunity to present themselves to students, meet potential future employees, obtain labour and build a closer connection to the education programmes. We emphasized that the work placement students should engage in biology-related tasks during their work placement, and will require appropriate training by the host. Thirteen hosts replied with a positive answer and the number of hosts have since varied from 12 to 15 (*Table 1*). Since the students chose workplace, the division of students (*Table 1*) shows that students prefer research- associated workplaces. Hosts related to education are less popular.

*Table 1.* Work placement hosts, with total number of students (Stu.) during the five semesters since the start of the work placement programme. Not all institutions have been hosts for the full period.

Host	Stu.	Sector
Institute of Marine Research	12	Marine research institute
Molecular Ecology laboratory (Uni Research)	6	Research institute on marine dynamics
Laboratory for freshwater ecology and inland fisheries (Uni Research)	5	Research institute on freshwater ecology- and monitoring
The Norwegian Institute for Water Research	4	Research foundation on water research
Norwegian Institute of Bioeconomy research	4	Research institute on biological resources
Norwegian Society for the Conservation of Nature	4	Organization for nature conservation
City of Bergen environmental agency	3	Agency on environmental matters
Runde Environmental Centre	2	Marine research station and exhibitions space
Section for applied marine research (Uni Research)	2	Research institute on marine research and pollution
The Botanical garden	1	Museum garden owned and ran by University
Nordahl Grieg School	1	Upper secondary school
Norwegian biodiversity information centre	1	National centre on information of species
The Heathland Centre at Lygra	1	Museum and information centre on heathlands
Biorecycling (Bioretur)	1	Company on the recycling of manure
Bergen Science Centre	0	Popular scientific centre for learning science
The Centre for Science Education	0	Education centre for science teachers

Initially, the workplaces were invited to be part of a three-level program which included: (1) first-year students were to spend one day observing biologists in the workforce, (2) first to second year students were to work 40 hours at the workplace, and (3) second to third year students were to work 140 hours at the workplace. Level 1 was dismissed since it became clear that it was of little interest for the

workplace hosts to have students looking over their shoulders without actually engaging in work, leaving little worth to both students and hosts.

The level 2 work placement was organized as a small course (bio198, 3 ECTS) so that eager students could join work placements in addition to a standard course progression. We evaluated bio198 after three semesters. In general, the students found the workplace practice interesting. However, the yield of 40 hours at a workplace was limited compared to the time spent for all parties; formal arrangements and contact between coordinator and hosts, enquiries, training and finding time in a full schedule of lectures and compulsory activities. Only nine students enrolled for the class during its running time. We therefore decided to terminate the course.

The level 3 practice (bio 298) is successfully running and is treated from here on in the paper.

### **3 BIO298 – WORK PLACEMENT**

#### **3.1 Background and aims**

The bio298 work placement is primarily aimed at second- to third year students registered for the bachelor program in biology at the University of Bergen. Most students have a general background including courses in philosophy, mathematics, chemistry, evolution and ecology, and organismal biology. They have attended at least two weeks of field-classes and four weeks of laboratory classes. Some have also completed courses in cell biology, comparative physiology and molecular biology, and have more experience from the laboratory.

In the learning aims of bio298, it is stated that the work placement should give an understanding of how biology competence is used in the working force and in society, through engagement with workplace practices. The curriculum includes the workplace practice and a report. In addition, the students are provided with information on biologists and biology in today's society through a closed Facebook group, which proved to be an effective means of communication. Here, the course teachers regularly posts and comments on articles from the web concerning biologists and biology in today's society.

#### **3.2 Curriculum 1: Work placement**

All hosts write a short description of themselves in a document with typical tasks or projects that the students will perform. Many hosts have several projects, some of which may require specialized competences, which is described in the presentation. The students apply to sign up for the course. In their application, the students make a priority of hosts, and write a few sentences on their motivation to undertake a work placement. The course teachers pair student and host based on the application and available hosts. Most students get their first choice. At the beginning of the semester, the teachers meet with the students and inform them on the course and their assigned host. Then, the hosts and the students receive an e-mail with practical information, including report criteria. From then on, the teachers generally do not interact with the students. There are few mandatory activities during the work placements; the students are required to work least 140 hours, oblige to appointments made with the host and be a respectful to co-workers. This means that the students are given responsibility at the outset; they have to keep track of hours, schedule the work placement to other course activities at campus and ensure that the work they perform is up to standard.

The hosts are contacted at mid-term for a status report. At this time, the students and course tutors also meet in a seminar. The students are here asked to discuss aspects related to the learning that takes place in work placements; surprises, challenges, new competences fostered, competences they miss from their education, and transferrable skills that have been useful. The students discuss in groups with input from the course teachers.

#### **3.3 Curriculum 2: The report**

All hosts write a short description of themselves in a document with typical tasks or projects that the students will perform. The second part consists of a report including four blog posts, a reflection essay and a presentation. Here, the students discuss their learning and their own conception of activities, rather than only detailing the procedures that they have performed. In the blogs, students are asked to use pictures and write about their perspectives on their role as biologist and thoughts about working practices. The blogs are available at <https://biopraksis.b.uib.no>.



The reflection essay and presentation are given after the workplace practice. Here, the students sum up information from the blog-posts. As opposed to the blogs, the reflection essay is submitted to the course teachers and is not public. This implies that there is a lower threshold to be more critical to the work host. They also reflect on the learning that took place during the workplace practice, and how the course has given perspectives on the role of biology and biologists in today's society. In sum, the course teachers comment on the report and give the grade "pass" or "not pass".

#### 4 COURSE EVALUATION

The course, as presented, has developed over the four semesters of running. The development is based on our experience as professional biologists and teachers, feedback from the workplace hosts and discussions with the students. We evaluated the constitutions of the course through a written questionnaire during fall 2016 (*Table 2*). According to the evaluations, the students are most satisfied with the Facebook page, the competence of the hosts and the acquired practical competence. We are also doing research to find how work placements influence the students' learning, motivation, awareness and learning of transferable skills. This will be presented in a later paper, but at this stage it interesting to note that after completing the course, one of the students decided to quit her biology studies. The workplace practice had given her the insight that biology was not for her.

*Table 2.* Summary of the bio298 evaluations fall 2016. Scale: 1- very dissatisfied to 7- very satisfied.

Question	Average score
To what extent did you find the mid-term meeting useful?	5.1
To what extent did you find the facebook page useful?	6.7
Did the hosts have high biological competence?	6.7
Did you have sufficient time with the host?	5.7
Did the host have sufficient pedagogic competence?	6.4
To what extent have the work placement given you contacts useful for future career?	5.1
To what extent have the work placement given new theoretical knowledge?	5.3
To what extent has the work placement given new practical competences?	6.3
Did you find the workload fit for 10 ECTS credits?	4.4
To what extent has the work placement motivated you for further biology studies?	6.9
To what extent have the work placement given insight into the role of biology in society?	6
Overall, how do you rate the course?	7

#### 5 DISCUSSION

##### 5.1 Assessment strategies

The hosts include a wide variety of workplaces (see *Table 1*), which is one of the hallmarks of a discipline education. That is, students become well versed in a set of knowledges and less so in particular occupations. However, this also presented a challenge for creating an overall assessment strategy for all the varied workplaces. The hosts have varied backgrounds meaning they might not always be equipped to assess students in a similar manner as is done in teacher training.

Literature on workplace learning often warns about a tension between the practical activity in workplaces and the learning in campus (Korthagan and Kessels, 1999; Schön, 1987). As such, the inclusion of diverse workplaces and dissemination through blogs can be one way to accommodate for these challenges. In addition, the course teachers help to relate learning in campus to the practical activity during the mid-term meeting, the student presentations and through the Facebook group. Although the nature of undergraduate biology work placements is different than, for instance teacher training, students might still find that work practices are different than what they have previously envisioned. This responds to calls for integration between curriculum and workplaces.

Our experience with blogs as an assessment seems to echo other studies which suggest that blogs can enable student reflections and learning (Cakir, 2013). The inclusion of blogs served three purposes. Firstly, given the diverse circumstances and sparse interaction with students during their placements, the course teachers could follow the student activity. Secondly, the workplace course aims to foster

awareness of competences and the students' understanding of their role as biologists. The students write about these matters, and this information was then afforded other students. Thirdly, it provides realistic training in writing. The blogs were read about 5000 times by 1250 persons during fall 2016.

## 5.2 Recognising the importance of knowledge outside the discipline

An important aim of the bio298 course has been to highlight that also non-biological competence is important in the working force. This is because students from discipline programs probably have a good grasp of competence specific to their discipline, but do not realize that they hold transferable skills since these are seldom emphasized during the courses, in the course evaluations or in the academic diplomas (Hyland & Johnson, 1998). This lack of insight into their extended competence was reflected in the national survey on student perceptions on the quality of study programs in Norway (NOKUT, 2014). Since employers seem to value transferrable skills more than the educators do (Ryssevik *et al.*, 2011), unawareness of their own full competence and potential may hamper newly graduated students in their search for relevant jobs. According to the bio298 students, some of the transferable skills they encounter during work placement include independence, project work, critical thinking, information acquisition and cooperation. It is also worth noting that several students independently have perceived the importance of learning other non-biology subjects taught at the university, such as statistics or chemistry, subsequent to work practice.

There are two themes that many students highlight as momentous during their work practice; the responsibility given to them and the challenge of assessing quality. They find the work authentic – this is not a tutorial where failing has no consequence. Such a responsibility can be surprising and scary, however we have had no negative feedback from students concerning a weight of responsibility. Rather, they state that it triggers an intrinsic motivation for learning (see also the score for motivation in Table 2). Related to this, there is no universal metric of quality. Experience is needed to assess what is «good enough» since it largely depends on the workplace and is weighted against time and other considerations.

## 6 ACKNOWLEDGEMENTS

The hosts include a wide variety of workplaces (see Table 1), which is one of the hallmarks of a We would like to thank the following people for valuable discussions and suggestions: All work placement students, Pernille Bronken Eidesen, Øyvind Fiksen, Oddfrid Førland, Kristin Holtermann, Lucas Jenø, Tom Klepaker, Gro van der Meeren, Arild Raaheim, Anne-Laure Simonelli and Vigdis Vandvik. The development of the workplace practice course and this paper was supported by The Centre of Excellence in Biology Education (bioCEED) and the project "How implementation of practice can improve relevance and quality in discipline and professional educations" financed by FINNUT in the Norwegian Research Council.

## REFERENCES

- Aldas, T., Crispo, V., Johnson, N. and Price, T. A. (2010). Learning by Doing: The Wagner Plan from Classroom to Career. *Peer Review*, Vol. 12, No. 4, pp. 24-28.
- Bogo, M. (2006). Field Instruction in Social Work. *The Clinical Supervisor*, Vol. 24, No. 1-2, pp. 163-193. [http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J001v24n01\\_09](http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J001v24n01_09)
- Cakir, H. (2013). Use of blogs in pre-service teacher education to improve student engagement. *Computers & Education*, Vol. 68, No., pp. 244-252. [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131513001413](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131513001413)
- Dreyfus, H. L. and Dreyfus, S. E. (1986). *Mind over machine: the power of human intuition and expertise in the era of the computer*. New York: Free Press.
- Edwards, H., Smith, S., Courtney, M., Finlayson, K. and Chapman, H. (2004). The impact of clinical placement location on nursing students' competence and preparedness for practice. *Nurse Educ Today*, Vol. 24, No. 4, pp. 248-255.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. and Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 111, No. 23, pp. 8410-8415. [www.pnas.org/content/111/23/8410.abstract](http://www.pnas.org/content/111/23/8410.abstract).

- Gardner, J. and Belland, B. R. (2012). A Conceptual Framework for Organizing Active Learning Experiences in Biology Instruction. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 21, No. 4, pp. 465-475. <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-011-9338-8>.
- Hole, T. N., Jenø, L. M., Holtermann, K., Raaheim, A., Velle, G., Simonelli, A. and Vandvik, V. (2016). bioCEED Survey 2015. Retrieved from University of Bergen, BORA – Bergen Open Research Archive: <http://hdl.handle.net/1956/11952>, 78 pp.
- Kennedy, M., Billett, S., Gherardi, S. and Grealish, L. (2015). *Practice-based learning in higher education: jostling cultures*. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg.
- Korthagan, F. and Kessels, J. (1999). Linking theory and practice: Changing the pedagogy of teacher education. *Educational Researcher*, Vol. 28, No. 4, pp. 4-17.
- Kyndt, E., Dochy, F., Struyven, K. and 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 & Development*, Vol. 30, No. 2, pp. 135-150. <http://dx.doi.org/10.1080/07294360.2010.501329>.
- 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*, Vol. 64, No. 4, pp. 529-542.
- NOKUT. (2014). The Norwegian Agency for Quality Assurance in Education [www.studiebarometeret.no](http://www.studiebarometeret.no).
- Næss, T., Thune, T., Støren, L. A. and Vabø, A. (2012). *Samarbeid med arbeidslivet i studietiden. Omfang, typer og nytte av samarbeid. STEPOECD (2010-2011) AHELO: Assessment of higher education learning outcomes*. Retrieved from Oslo: NIFU Skriftserie, Vol. 48/2012.
- Polanyi, M. (1967). *The tacit dimension*. Garden City, NY: Doubleday Anchor.
- Regjeringen (2014). *Long-term plan for research and higher education 2015–2024* Report to the Storting 7 (2014–2015). Oslo: The Norwegian Ministry of Education.
- Regjeringen (2017). *Culture for quality in higher education*. Report to the Storting 16 (2016–2017). Oslo: The Norwegian Ministry of Education.
- Ryle, G. (1949). *The concept of mind*. London: Hutchinson.
- Ryssevik, J., Høgestøl, A., Dahle, M. and Holthe, I. C. (2011). *Kompetanse 2020 - Universitetsutdanningenes synlighet og relevans og samfunnets behov*. Bergen: IDEAS2EVIDENCE Rapport 4 / 2011, 208 pp.
- Schön, D. A. (1987). *Educating the Reflective Practitioner*. San Fransisco: Jossey Bass Publ.
- Simons, L., Fehr, L., Blank, N., Connell, H., Georganas, D., Fernandez, D. and Peterson, V. (2012). Lessons Learned from Experiential Learning: What Do Students Learn from a Practicum/ Internship. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, Vol. 24, No. 3, pp. 325-334
- Singer, S. R., Nielsen, N. R. and Schweingruber, H. A. (2013). Biology Education Research: Lessons and Future Directions. *CBE-Life Sciences Education*, Vol. 12, No. 2, pp. 129-132. <http://www.lifescied.org/content/12/2/129.short>

# Interviewing researchers – introducing first year bachelor students to their scientific discipline

R.H. Malm, A.M. Lundmark, & K.S. Lilleøren,

*Department of Geosciences, University of Oslo, Postboks 1047 Blindern, N-0316 Oslo, Norway*

**ABSTRACT:** How do we integrate our first year students in the scientific community? How do we make them feel at home in their department and support them in shaping an academic identity? These are present challenges in higher education facing a larger student population and high dropout rates (Ulriksen, Madsen, & Holmegaard, 2010). We describe an exercise undertaken by bachelor students at the Department of geosciences, University of Oslo, during their first course in geoscience. The intention is to introduce the students to the faculty members, their research, and the different paths they have taken to become researchers. The project is modified from the staff-student interview project described by Dwyer (2001).

The interview exercise is researched using multiple surveys, observations, and interviews with students. After the exercise students report a better understanding of the scope of the geosciences and a more nuanced view of how research is conducted in the geosciences. The preliminary analysis shows that meeting the passionate researchers changes the students' attitude towards research and what it takes to become a researcher.

## 1 INTRODUCTION

The higher education landscape is changing. Universities in Norway accept more students than ever and the dropout rate in math and science is close to 40% (Kunnskapsdepartementet, 2016). Universities need to meet this challenge with initiatives at all levels: at the policy level, in the departments, and directly in the teaching. Here we suggest an approach to bridging the gap between students and university. Students enter universities with different backgrounds, interest, and aspirations. Each programme at every department has a unique scientific identity and culture. When students enter higher education they meet this culture. The outcome of this meeting influences how the student performs in the programme. If the student succeed in becoming both socially and academically integrated the risk of dropping out decreases (Ulriksen et al., 2010). The term *meeting* is essential here; it implies that both the department and the student have a responsibility. Both must engage, show interest, and communicate to create a positive and constructive meeting. In this paper we introduce the *staff-student interview* as a way of creating a bridge between department and students, in this case in a bachelor geoscience programme at the University of Oslo.

In 1981 Denis Cosgrove reports on a development he has conducted in his course on *the history of post-war geographical thought* at Oxford Polytechnic (Cosgrove, 1981). He describes how the students fail to acquire the intended learning outcome and how the course receives an overall poor evaluation from the students. He analyse the situation as an apparent gap between the staff and the students. The intended learning outcomes are not met with the traditional teaching in the course. To meet this challenge he introduces an interview session between researchers and students and this is the first step towards the staff-student interview concept.

In 2001 Claire Dwyer reports on the staff-student interview project and how it has been used at University College London (Dwyer, 2001). Dwyer indicate that the staff-student interview project can be used as an example of how to make a connection between teaching and research. She concludes that the project must be modified to suit other institutions and she hope that this will:

“...help them [the students] to appreciate the work of academics and hopefully see stronger links between research and teaching.” (Dwyer, 2001, p. 364).

After 2001 the staff-student interview appears in reports and in the research literature as an example of how to integrate research and learning in higher education (e.g. Healey, 2005; Healey, Blumhof, & Thomas, 2003; Healey & Jenkins, 2006). The staff-student interview is implemented at several UK

universities and anecdotal evidence from the community suggests that the project is successful (Jenkins, 2003, 2014).

The main motivation behind carrying out research on the staff-student interviews at UiO is to explore the *effects* of introducing research and researchers through an interview session. In this paper we report on our findings, focusing on the change in the students' view of the scientific discipline, the scientist, and their own suitability for and interest in pursuing a career in research. Our investigation will continue during the next years and follow-up on the long term effects of the staff-student interviews at the University of Oslo.

### **1.1 The staff-student interview at the University of Oslo**

The staff-student interview project was incorporated in the first year curriculum in 2015 and will in this paper be referred to as the *interview exercise*. The aim was to introduce the new students to the wide range of the subject matter and of geoscience research at the department. The second aim was to introduce the students to researchers and create a sense of belonging at the department.

In 2015 the interview exercise was carried out across a two week period in the fall semester. The students were divided into groups and instructed to use the department home page to find a researcher that interested them. The students contacted a researcher and requested one scientific paper, the CV, and a list of publications from the researcher. The students used the interview to find out more about the scope and nature of the interviewees research. Specifically, how did the researcher come up with the idea for the paper, and how was the idea developed into a publication. Secondly, the students were asked to find out how and why the interviewee became a researcher. For the final part of the exercise the students gave short presentations of the researcher to the class. After the presentation the students were given short feedback from the course responsible.

A short evaluation of the project was conducted in 2015. The researchers were generally positive towards the interview exercise and the students found the interview interesting and valuable as a way of being introduced to the research at the department. Both researchers and students recommended that the exercise should be repeated. The positive response from the researchers and the students' positive evaluations in 2015 initiated the research project about the effects of the interview exercise. In 2016 the interview exercise was carried out in the same way as the year before and research data was collected simultaneously. The research focuses on the students' experiences and their thoughts about research and the possibility of themselves becoming researchers.

## **2 RESEARCH METHOD**

Several datasets have been collected to capture both the general perception of the interview exercise among all the students, and through interviews with selected students.

### **2.1 Survey**

The students completed a survey before and after the interview exercise. In the first survey the students were asked to describe why they had chosen to study geoscience and how they perceived research in geoscience. The students were asked to *characterize a researcher in geoscience* and elaborate on how they saw their own future in research. The students also answered a battery of questions about belonging in the study programme, and finally about their thoughts about staying or leaving the study programme. The second survey focused on the students experience with conducting the interview exercise and whether the exercise had changed their view of research in geoscience. The questions on *their own potential as future researchers* and *belonging* in the programme were repeated.

### **2.2 Observation**

Observations of the students' presentations of their interview with the researcher were conducted. The observations focused on what aspects of the interview the students chose to present and how they presented the research and the researcher. The observations have also been used as background for the interviews. The observational data informs the preliminary analysis in this paper but a more thorough analysis has not been completed.

## 2.3 Interview

Seven students were interviewed during the winter of 2016/2017. The interviews focused on the students' first experiences in the study programme and their reflections on the interview with the researcher. The interviews took a narrative form and had no fixed structure (Webster & Mertova, 2007). The interviews focused on exploring the narrative around their understanding of research and researchers in geoscience. The interviews all took place at the University of Oslo. Some took place in a room dedicated for group work at the science library others during a walk around campus. None of the interviews were conducted in the geoscience building.

## 2.4 Analysis strategy

The open questions in the surveys have been analysed using the framework of *thematic analysis* (Braun & Clarke, 2006). The generated themes are the backbone of the analysis of the students' views of science before and after the interview exercise. The second step in the analysis has been to connect and compare the two analyses to explore the change in the students' view of geoscience, the geoscience researchers, and their own potential future in research.

The interviews have been analysed through this lens of *change*. How do the students talk about geoscience and the scientist after the interview exercise? Secondly, the interviews explore in depths how the students see themselves in science and how they reflect on their future aspirations in science. What are the lessons learned from the interview with the researcher? Did it change how they see their own potential as researchers in the future? This paper presents the preliminary analysis of these analytical questions.

## 3 PRELIMINARY ANALYSIS

We know that children and students have ideas about what a researcher looks like and how they work. The most common understanding of a scientist is that *he* is a white elderly man wearing glasses, and works in a laboratory (Chambers, 1983). When we introduce students to researchers it is with the intention of nuancing this picture of a scientist that is communicated through our culture. The interview exercise shows potential in disrupting this image, like this student explains:

*“Before, when I thought about a researcher, I thought about someone in the laboratory, but that is perhaps more like a chemist, so getting a picture of how they are in geoscience, to learn how they work, that was interesting.”* (Student, interview, November 2016)

The analysis of the survey before the interview exercise shows that the students describe research in geoscience as *important, exciting*, and a research area that is *crucial for the future*. About one fourth of the students write that they have no specific idea about what research in geoscience is about. A few students answer that they do not know yet but are eager to learn more. After the interview with the researcher the students report a better understanding of geoscience, how the different areas of research are interrelated, and how the research is carried out.

*“I got a better understanding of how a scientist work and how a research paper is created. And the education that is required.”* (Student, survey, September 2016)

The second aim of the interview exercise was to create an opportunity for the students to meet a researcher in person. The analysis is that the interview format strikes a good balance between a formal assignment and personal meeting. The students typically met the researcher in his/her office and were thus invited into the researchers personal workspace. The conversations were both about the researchers work and their personal journey into research. The students were positively surprised with informality of the meeting and the researchers' interest in them.

*“She [the researcher] was very nice and we sat there for a long time and talked about her research and how she became a researcher, it was very interesting.”* (Student, interview, November 2016)

*“What surprised me the most was that the researcher really wanted us to thrive and do well. He encouraged us to ask questions in class – also the “stupid” ones.”* (Student, survey, September 2016)

Through the interview and the presentations of all the researchers it became clearer for the students what it takes to become a researcher. The students took the message from the researchers that you need to be engaged and work hard to become a researcher. The students also took the message that

each researcher worked with the subject they were most passionate about. To become a researcher was translated into something very specific and reachable: finding out what you are most interested in.

“It seems like you can do research about almost everything in geoscience. Now I am more keen on finding something that suits me.” (Student, survey, September 2016)

“Now I see that research could be a possibility in the future – if I find something that is interesting, something I want” (Student, interview, November 2016)

When the students say that they see themselves engage in research in the future it is not to be taken too literally. In this context it is seen as a *sign*: a sign that they see themselves in the academic discipline and culture. This is part of the negotiations the students go through when deciding to stay or leave university (Holmegaard, Madsen, & Ulriksen, 2014). If the students find alignment between themselves and the subject matter there is a greater possibility that the student stays in the programme (Ulriksen et al., 2010). Secondly, it is important to underline that the aim of the interview exercise is not for the students to become researchers. The aim is to provide insights into the research process and the scientific discipline and one way to do this is naturally through the researchers and their personal stories.

#### 4 CONCLUSION

The interview exercise as executed at the University of Oslo proves to be a useful arena for the students to meet the researchers and discuss how research is conducted in geoscience. The students enjoy meeting the enthusiastic researchers and gained insights into the research process and the different pathways to become a researcher.

The preliminary analysis shows that meeting the researchers provides a more nuanced image of research and it changes the students' attitude towards research. The presentation of the different researchers illustrates a variety of ways to conduct research the scientific discipline. This is suggested to be one of the important pillars in the bridge building between the student and the department. The students get a thorough introduction to the department and through this the students are able to reflect upon their own potential future in geoscience. The preliminary analysis shows that meeting the researchers changes the students' idea of the researchers from a generic image of a *scientist* to a more nuanced image of a researcher in *geoscience*. This is the first step towards an academic integration in the scientific culture. Secondly, many students discover that they can become a researcher themselves if they find a specific field of interest and work at it. This is a message conveyed from the researchers to the students defining what it takes to succeed and thrive in the study programme and how to pursue a career in research. This is a type of *clarification of expectations* between the department and the students, which is important when bridging the gap. The interview exercise is an untraditional way of introducing students to their scientific discipline and it demands that both students and department are willing to meet and engage in each other.

#### 5 NOTES

This preliminary analysis was also presented at the The Geological Society of London's Higher Education Network 2017: Teaching excellence in the geosciences on the 17<sup>th</sup> of January 2017.

If your institution is interested in trying out the staff-student interview you are welcome to contact the authors of further details.

#### REFERENCES

- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101.
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67(2), 255-265. doi:10.1002/sci.3730670213
- Dwyer, C. (2001). Linking Research and Teaching: A staff-student interview project. *Journal of Geography in Higher Education*, 25(3), 357-366. doi:10.1080/03098260120067646
- Healey, M. (2005). Linking Research and Teaching to Benefit Student Learning. *Journal of Geography in Higher Education*, 29(2), 183-201. doi:10.1080/03098260500130387

- Healey, M., Blumhof, J., & Thomas, N. (2003). The Research-Teaching Nexus in Geography, Earth and Environmental Sciences (GEES). *Planet*, 11(1), 5-10. doi:10.11120/plan.2003.00110005
- Healey, M., & Jenkins, A. (2006). Strengthening the teaching-research linkage in undergraduate courses and programs. *New Directions for Teaching and Learning*, 2006(107), 43-53. doi:10.1002/tl.244
- Holmegaard, H. T., Madsen, L. M., & Ulriksen, L. (2014). A journey of negotiation and belonging: understanding students' transitions to science and engineering in higher education. *Cultural Studies of Science Education*, 9(3), 755-786. doi:10.1007/s11422-013-9542-3
- Jenkins, A. (2003). *Reshaping teaching in higher education: Linking teaching with research*: Psychology Press.
- Jenkins, A. (2014). Curricula and Departmental Strategies to Link Teaching and Geoscience Research *Geoscience Research and Education* (pp. 55-68): Springer.
- Ulriksen, L., Madsen, L. M., & Holmegaard, H. T. (2010). What do we know about explanations for drop out/opt out among young people from STM higher education programmes? *Studies in Science Education*, 46(2), 209-244.
- Webster, L., & Mertova, P. (2007). *Using Narrative Inquiry as a Research Method: An Introduction to Using Critical Event Narrative Analysis in Research on Learning and Teaching*: Taylor & Francis.
- Kunnskapsdepartementet. (2016). Tilstandsrapport for høyere utdanning 2016. Vedlegg: Tabell V10.13 Gjennomføring på normert tid og frafall på 3-årige bachelorutdanninger organisert som fulltidsstudium, per studium. Opptakskull 2011. (Per vår 2014 og 2015). <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/tilstandsrapport-for-hoyere-utdanning-2016/id2498657/>



# Numerical competence and quantitative skills for BSc-students in biology

S. Eliassen, J. Kolding, J. Smedmark, and V. Vandvik,  
*Department of Biology, University of Bergen, Norway*

**ABSTRACT:** Biology as a natural science is becoming increasingly quantitative in approach, description and methodology. Numerical procedures and mathematical models are now commonplace features in the process of studying life and nature. This development of the field has been partly neglected in the education of new practitioners. An increasing number of undergraduate biology students are perceived as lacking the necessary quantitative skills for making learned use of numerical methods. The problem is epistemological and has roots in tradition, teaching, preconceptions and motivation. Here we investigate the patterns and trajectory of intended learning outcomes in undergraduate biology teaching at the University of Bergen, Norway, with regards to basic numerical competence. We use surveys of course descriptions and interviews with students and teachers to map and illustrate the structure of explicit and implicit learning outcomes, teaching and expectations. We find that numerical proficiency is under-communicated and partly neglected in the biology courses. We also find a distorted alignment in the curriculum trajectory, where abstract theoretical concepts are taught before practical data handling and collection. We think that the lack of motivation for learning numerical methods observed among some students can be traced back to the distorted alignment and neglected emphasis on importance. In order to remedy the widening gap between practice and education we suggest a set of concrete learning outcomes with a more structured alignment and integration of the present curriculum. This approach has the added value of allowing the development of a personal ‘numerical pedigree’, which documents the acquisition of important job-relevant skills, for each student.

## 1 INTRODUCTION

Over the past decades, there have been repeated calls to better align undergraduate biology education with the demands of society and with the development of modern biology as a scientific field (NRC 2003, AAAS 2011). A recurrent theme in these calls is that while biology as a science has transformed to an increasingly numerically- and quantitatively-based practice, the training students receive, is still largely in the descriptive and narrative roots of biology motivated by observing and discussing natural phenomena. Numerical and quantitative competence is highlighted in the influential ‘*Vision and Change*’ (AAAS 2011) report on biology education as a vital core competence within the discipline, as well as for STEM (Science, Technology, and Mathematics) in general. The lack of sufficient numerical and quantitative competences and skills have repeatedly been identified as a challenge for biology graduates entering the academic as well as the non-academic workforce (Gross 1994, Hastings and Palmer 2003, Blickley et al. 2013).

There are many initiatives that take up the Vision and Change (AAAS 2011) challenge to improve the numerical competence of biology graduates. Many programs require students to take mathematics and statistical courses as part of their degrees assuming that students then have the necessary skills before embarking on biology. However, empirical evidence show that simply having the background knowledge in an adjacent discipline is not sufficient; students need to learn to use the mathematical and quantitative skills *in context* (Fesner et al. 2013). Developing calculus courses specifically for biology is the obvious next-level solution (e.g., Stele & Kilic-Bahi 2008, Robeva et al. 2010), but such stand-alone modules have also been showed to not have the desired impact on student learning (Speth et al. 2010, Hester et al. 2014).

It is not enough for students to be well-versed in mathematics and statistics as a discipline; they also need to be able to *translate* these skills into their subject context – which means that students should be trained in the use of quantitative methods *within biology*. Quantitative skills, often referred to as

‘numeracy’ (Galligan 2013), entail not only having the necessary competence, but also the awareness of how and when it can be applied. Rather than the traditional ‘theory first, practice later’ teaching of numerical skills, the ‘numeracy’ perspective advocates building the necessary knowledge in an integrated way throughout the curriculum. Galligan (2013) suggests that at the first level of competence, students should be able to apply and interpret numerical analyses and figures within a context. At the second level, they should be able to select and use appropriate tools within a context, and at the third stage, they should be able to evaluate and select complex tools across contexts.

Here, we investigate how numerical and quantitative skills are integrated in the BSc program in biology at the Department of Biology (BIO), University of Bergen. BIO is a large and broad-ranging department, offering a range BSc and MSc programs in basic and applied biology. Education is based in research in evolutionary biology, ecology, marine biology, and applied biology geared towards solving global challenges. The research typically has strong quantitative components.

We assessed how different aspects of numerical and quantitative skills and competences were described, taught, and evaluated in courses in the biology education at BIO. Specifically, we ask if there is a correspondence between the numerical competences and skills we offer and what we see as necessary for understanding biology, for continuing a career in the subject, and for fulfilling society’s need. From this we discuss how to better align what we expect, how we teach, and how we evaluate biology students’ learning of numerical and quantitative competences.

## 2 MATERIAL AND METHODS

*Course intended learning outcomes (ILOs):* In order to make an inventory of how numerical skills are represented and described in the various biology courses at BIO we collected the course descriptions of all active BSc and MSc courses (n=70). For each course, we analyzed the texts under the headings “Objectives and Content”, “Learning Outcomes”, and “Recommended and/or Required Previous Knowledge”. We counted all instances where quantitative skills or activities were mentioned, and mapped the ‘transferrable skills’ learning outcomes. Lastly, we examined how the course content of the compulsory introductory math and statistical courses for biology students at UIB correspond to the numerical skills needed in biology.

*Teacher questionnaire:* The teachers were asked to comment or elaborate on the text in the course description, focusing on the role of numerical and quantitative aspects of their course. The results were sorted and tabulated with regards to numerical and quantitative subject content, activities, and skill training mentioned in the ILOs. When possible, we also categorized the numerical or quantitative ILOs into one or more of the categories 1) basic statistics, 2) advanced statistics, 3) conceptual models, 4) numerical models/simulations, 5) general quantitative / numerical competence.

*Course evaluations and educational reports:* Information was gathered from the Study Quality Database, an archive of course evaluations and education reports at UIB. Here we checked how often numeracy/quantitative skills or aspects were mentioned, both by students and teachers.

*Student meeting:* To gauge how students perceive the extent to which numeric skills were included in the biology education we met and talked to a group of students. The students present at this meeting (n=12) were asked how much and what type of numeric skills they had encountered in their education, whether it had been taught in an aligned and useful manner, and whether they consider numeric skills to be important for a biologist.

*Requirements for statistical and numerical competence at the Master’s level:* Finally, to examine whether the BSc biology education at UIB provides the students with sufficient numerical skills to prepare them for MSc-level, we interviewed the teacher responsible for the mandatory introductory course in statistics and experimental design for Master’s students at BIO.

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1 Numerical or quantitative skills in intended learning outcomes

The intended learning outcomes reflect the broad thematic range of the biology educations at the department, from basic level courses covering the foundations of the discipline to advanced courses in various specific directions and specializations (Figure 1). The ILOs contain a wide range of biological terms, with a few concepts recurring across the curriculum. There is less variation in the

methodological and epistemological language of the ILOs, which are dominated by words linked to disciplinary understanding ('knowledge'/'know', 'understand'/'understanding', 'insight') and knowledge reproduction ('describe', 'explain', 'present'/'presentation'). Explicit numerical terms are sparse ('data' is a moderately common word) and 'statistical' and 'model' being the only clear numerical terms found (Figure 1). ILOs that describe transferable skills and competences are generally less frequent than subject knowledge. For the five mandatory biology courses at the introductory level, on average 75% of learning outcomes are related to specific biological topics or concepts. Our textual analysis of the ILOs confirmed the overall impression of a relatively moderate representation of quantitative or numerical skills in the biology programs. The proportion of courses with numerical or quantitative ILOs averages 20% and is relatively evenly distributed across the introductory, intermediate and master level (Figure 2).

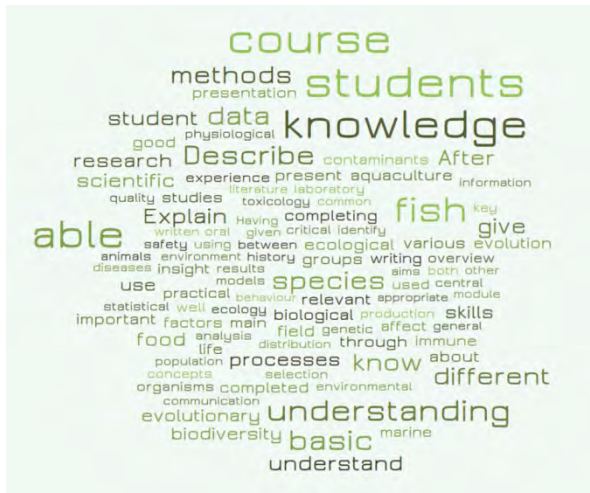


Figure 1: Wordle plot illustrating the most frequently used terms in the intended learning outcome description of all the biology courses at UIB (n=70). The size of the word is proportional to the frequency of use.

The teacher survey revealed significantly more numerical and quantitative activities at the higher level BSc courses (BIO2xx). In 45% of 31 courses students are supposed to perform computations or calculations related to laboratory or field work. In half of these (7 courses) numerical competence is needed in mandatory assignments or reports, but only one course included quantitative competences and numerical skills in student assessments.

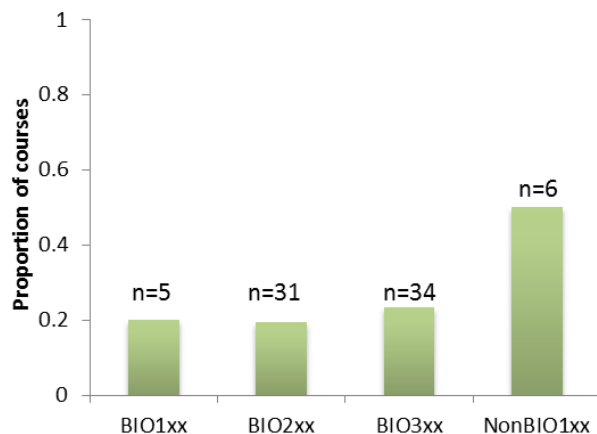


Figure 2: Relative proportion of courses at the introductory (BIO1xx), intermediate (BIO2xx) and master's level (BIO3xx) that specify numerical or quantitative learning outcomes in the course description. The proportion of numerical learning outcomes for the mandatory non-biological courses in the BSc program is included for comparison.

Mathematical or quantitative ILOs are more prominent in the mandatory non-BIO1xx courses in our Bachelor's program, where students get basic mathematical and statistical training, including programming in R. These non-BIO courses are concentrated early in the study program, during the first three semesters of the BSc program. It is striking that few biology courses explicitly make use of the student's expected numerical competences, in particular during the 4-6 semester of the BSc degree.

### 3.2 Teacher perspectives on numerical and quantitative expectations and learning outcomes

When asking the teachers whether the ILO description gave a correct representation of the numerical content of and background required for the courses, the common attitude was that students were expected to have the necessary numerical background; hence there was no need to state this explicitly:

*“Egentlig forventer vi at studentene kan grunnleggende databehandling (Excel, statistikk m.m.). Dette har ikke blitt spesifisert tidligere, og noe av grunnen kan være at dette er generelle basisferdigheter jeg mener studenter skal ha på hovedfagsnivå”* (Teacher, master level course BIO)

Many teachers mentioned that several numerical aspects, topics and competences were not sufficiently covered in the program. They raised the general concern that students lack the relevant background and have variable numerical skills: *“The students differ very much in their skills and motivation. This makes it challenging to run a course that is satisfactory for the majority”*. (Study Quality Database, teacher evaluation)

This statement emphasizes the impression that the background education and skills of new students is getting progressively more uneven. While some students have the necessary numerical background to perform elementary statistical analyses, others are virtually starting from scratch. Our analyses reveal that, although teachers seldom state numerical learning goals and are frustrated by the student’s poor performance, they often do not see building these quantitative skills as part of their responsibility.

### **3.3 Student perspectives on numeracy in biology**

Students embarking on a university education in biology have little awareness of the quantitative aspects of the scientific process, and they perceive biology to be the least quantitative field within the natural sciences. The motivation for learning statistics and mathematics is therefore often low, as students do not see the relevance of quantitative methods for biology. There are several numerical courses early in the BSc program, but according to the students it is not clear at this point why they need these skills, and they struggle to see the links between these courses and the later curriculum: *“Det er ikke noe særlig rød tråd gjennom studiet når det kommer til numerisk kompetanse”* (Response from student group bioCEEDS student meeting 17.02.16).

Mathematics, statistics and biology are initially seen as separate independent fields of knowledge, with little mutual relevance. The introductory courses cover descriptive statistics, distributions, correlations and regressions, which are all highly relevant for biology, and they also introduce the statistical program *R* which is later used in a mandatory Master’s course. Although students gain basic competence, through the compulsory statistics and mathematics courses early on, it seems that they do not see the connection until much later in their education. A major challenge for the students is to understand the basic nature of a scientific investigation from observations of nature via collection of quantitative data to statistical analyses and inference. It appears that teachers under-communicate these relations and expect students to spontaneously acquire the awareness and confidence necessary for developing their scientific numeracy skills (*sensu* Galligan 2013). The interview with the teacher at the mandatory Master’s level course in statistics supports our view that a major challenge for the BCs students are the missing cognitive links between data collection, statistical analysis and biological inferences.

In essence, students have acquired many of the building blocks, but they lack the knowledge to construct the building. Both according to students and teachers, the compulsory mathematical and statistical courses in the BSc program do not seem to have the desired impact on the students’ learning. The numeracy literature suggests that infusing these courses with more context and practice of applications could be done without losing the mathematical or statistical rigor or learning outcomes (reviewed in Aikens & Dolan 2014), and would at the same time provide the job market with graduates with better and more relevant numeracy skills (Matthews et al 2010, Robeva 2010, Galligan 2013, Thompson et al. 2013). Staff training and collegial collaboration both between and within biology and mathematics may facilitate the development of such modules (Wilder et al 2014), with increased cross-referencing and collaboration across courses as an added value.

There is a clear need for a better structure and plan in the organization of training in quantitative methods and numerical competence and skills in the bachelor’s program. In particular, there is a need to focus on 1) stimulating a gradual buildup of numeracy and quantitative skills through the BSc program, 2) improve students’ understanding of the nature of the scientific process from question via experimental design to data sampling, analysis and interpretation, and 3) align the theoretical method courses with introductory and intermediate level biology courses. Numerical learning outcomes need to be clearly identified, described and communicated in biology courses, and the biological relevance and applications should be clearly demonstrated in the compulsory statistical and mathematical courses. At the program level, we suggest that students should be able to i) make inferences about

biological phenomena using mathematical and statistical tools and ii) use relevant computer programs to compute, test, present, report and store biological data and analyses. For better alignment, these learning goals need to be broken down to a set of specific ILOs with a gradual progression through the BSc program (see Box 1).

**Box 1:** For numerical skills and quantitative competences, we suggest that the BSc candidate should be able to:

1. Describe biological patterns and processes using mathematical language
2. Perform calculations and quantitative measures in field and lab
3. Apply the basic principles of sampling and experimental design
4. Organize data and perform simple computations using spreadsheets
5. Do basic programming operations and statistical analysis in R
6. Interpret datasets and communicate those interpretations using graphs and other tools
7. Select, perform, interpret, and make inferences from statistical analysis of biological data
8. Interpret conceptual models and relate them to biological processes and patterns
9. Understand, and be able to use and manipulate numerical models and simulations

## REFERENCES

- Aikens M.L. and Dolan E.L. 2014. Teaching quantitative biology: goals, assessments, and resources. *Molecular Biology of the Cell* 25: 3478-3481.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS) 2011. Vision and change in undergraduate biology education: a call to action. AAAS, Washington, DC, USA.
- Blickley J.L., Deiner K., Garbach K., Lacher I. Meek M.H., Porensky L.M., Wilkerson M.L., Winford E. Schwartz M.W. 2013. Graduate Student's Guide to Necessary Skills for Nonacademic Conservation Careers. *Conservation Biology* 27: 24–34.
- Fesner J., Vasaly H., Herrera J., 2013. On the edge of mathematics and biology integration: Improving quantitative skills in undergraduate biology education. *CBE – Life Sciences Education* 12: 124-128.
- Galligan L. 2013. A systematic approach to embedding academic numeracy at university. *Higher Education Research & Development* 32: 734-747.
- Gross L. 1994. Quantitative training for life-science students. *Bioscience* 44: 59.
- Hastings A., Palmer M.A. 2003. Mathematics and biology: a bright future for biologists and mathematics? *Science* 299: 5615.
- Hester S., Buxner S., Elfring L., Nagy L. 2014. Integrating quantitative thinking into an introductory biology course improves students' mathematical reasoning in biological contexts. *CBE – Life Sciences Education* 13: 54-64.
- Matthews K.E., Adams P., Merrilyn G. 2010. Using the principles of BIO2010 to develop an introductory, interdisciplinary course for biology students. *CBE – Life Sciences Education* 9: 290-297.
- Robeva R., Davies R., Hodge T., Enyedi A. 2010. Mathematical biology modules based on modern molecular biology and modern discrete mathematics. *CBE – Life Sciences Education* 9: 227-240.
- Speth E.B., Momsen J.L., Moyerbrailean G.A., Elbert-May D., Long T., Wyse S., Linton D. 2010. 1,2,3,4: infusing quantitative literacy into introductory biology. *CBE – Life Sciences Education* 9: 323-332.
- Stele B., Kilic-Bahi S. 2008. Quantitative literacy across the curriculum: a case study. *Numeracy* 1, vol 2, art 3.
- Thompson K.V., Cooke T.J., Fagan W.F., Gulick D., Levy D., Nelson K.C., Redish E.F., Smith R.F., Presson J. 2013. Infusing quantitative approaches throughout the biological sciences curriculum. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 44: 817-833.
- Wilder E., Waring E., Wang F., Hurley D. 2014. A numeracy infusion course for higher education (NICHE): Strategies for effective quantitative reasoning (QR) instruction. In: Makar K., de Sousa B., & Gould R. (eds). *Sustainability in Statistics education. Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS9, July, 2014). Flagstaff, Arizona, USA.*

# Teoriforståing og identitetsbygging gjennom praktisk designarbeid

Lars Lundheim, Torbjörn Ekman, Bjørn B. Larsen, Thomas Tybell  
*Institutt for elektroniske system, Noregs teknisk-naturvitskaplege universitet, Trondheim*

**SAMANDRAG:** *Den elektroniske ingeniørstigen ved studieprogrammet Elektronisk systemdesign og innovasjon ved NTNU inneheld tiltak for å utvikla ein fagleg identitet. Denne identitetsbygginga skjer i eit akademisk miljø og skal førebu studentane for ei framtid som praktiserande sivilingeniørar. Artikkelen tek føre seg eitt av desse tiltaka, korte, individuelle design-prosjekt og drøftar korleis slike prosjekt, som er praktiske i sin natur, er med og fremjar identitetsbygging og teoriforståing. Drøftinga er sett inn i L. Qvortrups rameverk der me relaterer designarbeidet til nivåa *kvalifikasjon, kompetanse, kreativitet og kultur.**

## 1 INNLEIING

### 1.1 Profesjon og disiplin

Ingeniørutdanning på masternivå gjev både ei innføring i ingeniørvitskapleg metode og kultur, og ei førebuing for utøvande ingeniørverksemd. Det er ei profesjonsutdanning i den forstand at det førebur for eit spesifikt sett av utøvande roller i samfunn og næringsliv. Samstundes er det ei vitskapleg disiplinutdanning innan ein akademisk tradisjon. Medvitet om at eit fleirtal av kandidatane skal ut i praktiserande verksemd vil, på den eine sida, vera med på å fokusera og strukturera måten disiplinen vert formidla på. På den andre sida vil eit fokus på framtidig praksis kunne svekka den disiplinære, teoretiske fordjupinga.

Profesjonsaspektet ved ingeniørutdanninga gjev relevans til det vitskaplege lærestoffet. Dette er viktig av minst to grunnar. Ein grunn er at relevans er etterspurd av studentane. Det er eit fåtal av studentane som ved studiestart har ei medviten klår interesse for fagstoffet isolert frå framtidig nytteverdi i ein profesjonell praksis. Vidare er relevans eit nyttig strukturerelement for emnesamansetjinga i eit studieprogram. Eit studieprogram der emna byggjer opp mot ein definert kompetanse resulterer i læringsmål som og gjensidig støttar kvarandre fram mot dette målet.

Fokus for ei ingeniørutdanning på masternivå skal altso vera tileigning av ein solid vitskapleg basis, men formidlinga av det vitskaplege skal skje i ein kontekst der relevans for framtidig praksis skaper motiverte studentar og strukturert studielauup.[1] Parallelt med tileigninga av ein vitskapleg basis bør det skje ei personleg daning der kandidaten utviklar ein fagleg identitet innan disiplinen.

### 1.2 Den elektroniske ingeniørstigen

Ved det femårige masterprogrammet Elektronisk systemdesign og innovasjon (Elsys) ved NTNU er daningsprosessen og teori-tileigninga gjennom dei to fyrste åra integrert i Den elektroniske ingeniørstigen [2], ein streng av fire påfølgjande emne gjennom dei fire fyrste semestera (Figur 1).

Semester	1	2	3	4
Emne	TTT4255 Elektronisk systemdesign, Grunnkurs	TTT4260 Elektronisk systemdesign og -analyse I	TTT4265 Elektronisk systemdesign og -analyse II	TTT4270 Elektronisk systemdesign, prosjektarbeid

*Figur 1 Ingeniørstigen*

Ein viktig komponent i ingeniørstigen er *innovasjonsprosjektet*, som er ein hovudaktivitet i semester 1 og semester 4. Dette prosjektet vert utført i grupper i samarbeid med ein ekstern samarbeidspartner. [3]

Gjennom arbeid med innovasjonsprosjektet i 1. semester (på eit tidspunkt der studentane berre so vidt har byrja tileigna seg stoff som høyrer disiplinen til) får dei røynsle med nokre av dei typar problem

ein utøvande ingeniør vert stilt overfor. Dei får og høve til å prøva finna løysingar på problema ved hjelp av teknologi med låg brukarterskel. Desse røynsleane gjev dei ein bakgrunn som gjer dei i stand til å sjå relevans i dei meir teoretiske emna dei møter vidare i studiet. Noko av det same skjer i 4. semester. Då har dei eit vesentleg betre ingeniørvitskapleg grunnlag for å gå laus på utfordringane, og vil kunne levera vesentleg meir avanserte løysingar enn dei var i stand til i 1. semester. Dei vil gjennom praktisk problemløysing få styrkt ei byrjande identifisering med ingeniørprofesjonsrolla. Dei er framleis i fyrste del av studiet, og styrkt bakgrunn for å sjå relevans i vidare studium er eit viktig mål for aktiviteten.

### 1.3 Intensjon

I denne artikkelen vil me konsentrera oss om det som skjer i semester 2 og 3, altså mellom dei to prosjekt-semester. Dei to emna er høvesvis *Elektronisk systemdesign og -analyse I og II* (ESDA I og ESDA II). Me vil visa korleis bruk av individuelle designprosjekt fremjar teoriforståing (i del 2) og identitetsbygging i del 3. Vidare diskuterer me i kor stor grad dette er oppnådd gjennom dei snart tre åra Ingeniørstigen har vore praktisert.

## 2 Å LÆRA INGENIØRVITSKAP

Det er vanleg å setja teori og praksis opp mot kvarandre. Innan ingeniørfeltet kan ein, meir presist skilja mellom *ingeniørvitskap*, som er fokus i akademia og *ingeniørkunst* som er den kreative, produserande aktiviteten som dei fleste kandidatar skal inn i etter ferdig utdanning. Fokuset i ingeniørutdanning bør vera på ingeniørvitskap, og dette lærer ein best i ein kontekst som har ingeniørkunsten for auga.

### 2.1 Kunnskap, dugleik og resultat

Den danske filologen Lars Qvortrup, inspirert av Gregory Bateson, opererer med fire kunnskapsformer, med tilhøyrande fire nivå av stimulering, resultat og dugleik [4, pp 102-117], som skissert i Tabell 1. Qvortrups tabell er noko meir omfattande, og me har berre teke med det som er viktig i vårt kontekst.

Tabell 1 Kategoriar i eit læringsmiljø (etter Qvortrup [4])

Stimulering	Resultat	Dugleik
Direkte læringssitmulering	Kvalifikasjon	Faktuell kunnskap
Appropriasjon	Kompetanse	Refleksivitet
Produksjon	Kreativitet	Meta-refleksivitet
Sosial utvikling	Kultur	Ålmandaning

Faktuell kunnskap vert soleis tileigna gjennom direkte stimuleringsformer som lesing, føreling og øvingsoppgåver, og resulterer i ein type resultat som Qvortrup kallar *kvalifikasjonar*. Som døme på stimuleringsforma *appropriasjon*, nemner han (lærarstyrt) prosjektarbeid. Der lyt den lærande oppøva evne til å reflektera over stoffet som trengs for å utføra prosjektet. *Produksjon* er ei stimuleringsform der arbeidsforma er endå meir sjølvstendig, typisk med vegleing av ein meir erfaren person, og som resulterer i *kreativitet*. Dugleiken til å reflektera over eiga læring - *metarefleksivitet* - vert og oppøvd her. Gjennom samverknad med andre - studentar, elevar, lærarar og fagpersonar, skjer ein daningsprosess innan ein (fag-)kultur.

Qvortrup presiserer at det ikkje ligg noko verdivurdering til grunn for denne kategoriseringa. Alle resultatformene og dugleikane er gjensidig avhengige av kvarandre, og det er ikkje slik at til dømes kreativitet er "betre" enn kompetanse.

Me vil i det fylgjande setja dei ulike tiltaka i Ingeniørstigen inn i Qvortrups kategoriar og sjå korleis designprosjekt både støtter opp under kvalifikasjon og kompetanse, men og legg til rette for utvikling av kreativitet og identifisering med ein ingeniørkultur på eit mykje tidlegare stadium i utdanninga enn som tradisjonelt har vore tilfelle.

Dei tradisjonelle integrerte ingeniørutdanningane på masternivå er prega av ei sekvensering av dei ulike læringskategoriane. Tradisjonelle førelingar, rekneøvingar og laboratoriearbeid er i stor grad målstyrt mot opparbeiding av *kvalifikasjonar*. I seinare år har former for prosjektbasert og problembasert læring, retta mot kompetanseoppbygging, vorte meir vanleg, særleg i høgare årskurs, etter at eit

faktuelt kunnskapsgrunnlag har vorte etablert. Fyrst mot slutten av studiet, i masterprosjektet har aktivitetar retta mot kreativitet vore sentrale. Denne sekvenseringa har me altså brote opp i ingeniørstigen, slik at tilrettelegging for kreativitet og sosialisering inn i ein fagleg kultur kjem inn allereide i fyrste og andre årskurs.

## 2.2 Struktur og læringsaktivitetar i ESDA I/II

Gjennom dei to fyrste studieåra får studentane ved ELSYS ei grundig innføring i basisfag som matematikk, fysikk og informatikk. Dette skjer gjennom emne som vert gjevne for fleire studieprogram og som ikkje er direkte integrerte i ingeniørstigen. ESDA I/II representerer dermed læringsstoff som er unikt for Elsys-programmet. Innhaldet i stoffet er organisert slik at det samsvarer med matematikkundervisninga som føregår parallelt. Koordinator for emna held seg informert om progresjonen i matematikk-emna og plasserer dei ingeniørvitenskaplege temaa slik at viktige konsept studentane lærer i matematikken vert tekne i bruk kort tid seinare i ESDA I/II.

Semesteret er organisert i det me kan kalla *teoriveker* og *designveker*. I ei typisk teoriveke vert nytt stoff presentert gjennom ei eller fleire interaktive videoførelesingar, som kvar student får nokre dagar til å gå gjennom. Etter kvar slik førelesing vert det organisert ei auditoriesamling på 1-2 timar. Denne vert brukt til dialog, ofte ved at fleirvalsspørsmål vert gjevne. Elektronisk avstemmingsverktøy vert nytta for å kartleggja grad av oppnådd forståing i klassen. Mellom avstemmingar vert spørsmåla diskuterte i grupper på to-tre studentar. Ein kort oppsummerande plenumsdiskusjon vert gjerne helde før neste spørsmål.

Etter auditoriesamlinga vert det lagt til rette for arbeid med utdelte oppgåver. Dette er typisk "analyseoppgåver" der det gjeld å bruka teoretiske konsept for å karakterisera oppførselen til oppgjevne system. I tillegg til teoretiske analysar vert det lagt opp til eksperimentelt arbeid der studentane brukar sitt eige laboratoriestyr. Arbeidet gjeng før seg i *Koopen - en arena for kooperativ læring* [5], eit spesialinnreidd areal i ein overbygd glasgard mellom to bygningar på universitetsområdet. Arealet er organisert for gruppearbeid, og studentane organiserer sjølv arbeidet, anten dei vil arbeida individuelt, to og to eller i større grupper. Assistentar og faglærar er tilgjengeleg.

Etter to teoriveker er det typisk ei designveke. I denne veka vert eit problem presentert som skal løysast med eit elektronisk system. Den overordna problemstillinga er sams for alle studentane, men detaljerte spesifikasjonar vil variera frå student til student. Til dømes kan problemet vera å fjerna ein irriterande pipelyd frå eit musikk-opptak. Kvar student får eit individuelt lydopptak med ein pipetone på ein unik frekvens. Kvar student må presentera ei fysisk realisert løysing som oppfyller sin spesifikasjon og levera ein dokumentasjon av løysinga. Det er ein tidsfrist på ei veke for å utføra prosjektet. Gjennom denne veka er Koopen reservert i åtte timar der det er assistentar og/eller faglærar tilgjengeleg.

Det vert lagt stor vekt på design-dokumentasjon. Det å kunne dokumentera problemstilling, løysingsprinsipp og realisert design er viktig for ein praktiserande ingeniør. I tillegg gjev prosessen med å formulera ideane god trening i refleksjon over teoristoffet som er brukt. For å gje studentane gode rammevilkår for utarbeiding av slik dokumentasjon, har me utarbeida ein mal [6] for *designnotat*. Denne skil seg på ein del punkt frå den tradisjonelle lab-rapporten, og er meir i tråd med den type teknisk kommunikasjon ein vil trenga i ei profesjonsrolle.

Det er nytta mappevurdering i både ESDA I og ESDA II. I mappa er det med eksamen (60%), to designnotat (30%) samt 10% for deltaking i omvendt auditorium.

## 2.3 Kvantitativ og kvalitativ dugleik

Ein viktig del av eit ingeniørmessig designarbeid er dimensjonering av komponentar og karakterisering av yting. Begge disse aktivitetane er kvantitative, det vil seia at dei resulterer i talfestingar. Det å koma fram til kvantitative karakteriseringar av delsystem og parametar, har soleis alltid vore ei viktig del av ei ingeniørutdanning. Øvingsoppgåver og eksamenssett i ingeniørfag har dermed ofte vore retta mot å koma fram til talverdiar, og mange studentar øver opp ein høg grad av dugleik i å løysa slike kvantitativt orienterte problem. Ein del av desse studentane vert derimot usikre når problemstillinga er av meir kvalitativ art. Eit døme kan vera å vurdera om auking eller minking av ein komponentstorleik fører til betring eller svekking av ytinga til eit system. Eller å vurdera kva for ein av to funksjonar som veks snøggast når ein parameter aukar.



Kvantitativ og kvalitativ dugleik er ikkje uavhengige av kvarandre. Mengdetrening i kvantitative oppgåver er naudsynt for å få internalisert dei underliggjande matematiske modellane som i sin tur er basis for kvalitative vurderingar. Omvendt er evne til kvalitativ tenking eit viktig reidskap for å sjekka om kvantitative resultat er rimelege.

I teorivekene vert auditoriesamlingane i stor grad nytta til oppøving av kvalitativ vurdering, og dermed refleksivitet og kompetanse, medan det kvantitative arbeidet fær plass i øvingsoppgåvene, som får ei sterkare innretting mot kvalifikasjon.

## 2.4 Designprosjekt er ikkje lab

Ulike former for laboratoriearbeid har alltid vore sentrale komponentar i høgare ingeniørutdanning. Designprosjekta i semester 2 og 3 har ein del til felles med slik laboratorieundervisning, men skiljer seg på ein del punkt. Nokre kjenneteikn ved tradisjonelt laboratoriearbeid er:

- Det er målretta mot spesifikke læringsmål, særleg kvalifikasjonar
- Det er ofte oppskriftsbasert (ikkje minst grunna stramt tidsbudsjett)
- Er utstyr- plass- og personellkrevjande
- Har ein vitskapleg innfallsvinkel.
- Byggjer ofte opp under naturvitskapleg metode gjennom undersøkende oppgåver for å karakterisera eit objekt eller fenomen. (Karakteriseringa skal ofte samanliknast med kjend teori.)
- Det er som regel ein - og berre ein - korrekt framgangsmåte for å koma i mål.
- Er vanlegvis strengt inndelt i
  - førearbeid, som skal gjerast før ein kjem på laboratoriet
  - sjølve laboratorieaktiviteten, som vanlegvis er tidsavgrensa
  - etterarbeid, skriva rapport

Ein av grunnane til at me i dag kan leggja opp utdanninga annleis, er at laboratorieutstyr har vorte so billig og miniaturisert at studentar kan disponera personleg utstyr og utføra eksperimentelt arbeid uavhengig av tid og stad. Komponentar og utstyr for å realisera elektroniske system har og vorte mykje billigare enn før, slik at det er studentar kam i større grad prøva ut konstruksjonar i praksis.

Dette gjer det mogeleg å leggja til rette for praktiske aktivitetar som ikkje berre støttar opp under kvalifikasjon og kompetanse, men og øver studenten til kreativt arbeid under vegleiing av lærarar og assistentar. Lærarane gjev individuell formativ vurdering på alle designnotata i ESDA I med høve til å levera på my. I ESDA II vert denne vurderinga gjort som fagfellevurdering; studentane gjev tilbakemelding til kvarandre sine notat. I tillegg kan faglærarar oppsøkjast for å diskutera uklære punkt. Gjennom denne prosessen stimulerer ein til refleksjon både over eige og andre sitt arbeid og legg til rette for sterkare identifisering med fagkulturen.

## 3 Å BYGGJA IDENTITET

På det fjerde nivået i Qvortrups resultatkategoriari finn me *kultur*. Slik han definerer det, er læring på dette nivået ikkje noko som skjer i ein enkeltperson, men noko som vert danna i eit samfunn. I vår samanheng er det naturelg å tenkja på den kulturen som eksisterer innan ein fagleg disiplin. Som nemnt i innleiinga, stend ein ingeniørfagleg utdanningsinstitusjon på universitetsnivå i eit spenningsfelt mellom det vitskaplege og det utøvande. Studentane er i den vitskaplege kulturen og er *på veg* ut i den utøvande, eller profesjonelle ingeniørkulturen. Heldigvis er ikkje desse kulturane disjunkte, men overgangen frå den akademiske til den profesjonelle kulturen kan opplevast brå dersom utdanningsprosessen ikkje har førebudd kandidaten på ein slik overgang.

Ein god del av felleskulturen til forskarar og utøvande ingeniørar er implisitt overført gjennom den kvalifikasjon og kompetanse studentane byggjer opp i løpet av utdanninga. Gjennom samhandling med medstudentar og lærarar, vil og ein god del *taus kunnskap* [7] verta formidla. Koopen nemnt ovanfor er ein arena som legg til rette for slik samhandling.

Det å gradvis ta del i, og sjølv verta ein del av ein fagleg kultur, kallar me *identitetsbygging*. Dette skjer til ein viss grad i alle utdanningsprosessar, men har tildels vore lite påakta i tradisjonelle utdanningslaup, som i stor grad har vore konsentrert om kvalifikasjon, kompetanse og - delvis - kreativitet.

Designprosjekta i semester 2 og 3 har målsetjingar innan alle dei fire læringsresultata. Med omsyn til kvalifikasjon og kompetanse har dei mykje til felles med tradisjonell laboratorieundervisning. Ein viktig skilnad er at kreativitet og kultur er intenderte læringsresultat.

#### 4 RØYNSLER

Ser me på dei ulike resultatkategoriene i Tabell 1, er det klårt at det ikkje er like lett å måla grad av oppnåing innan desse. Kvalifikasjon, og delvis kompetanse, kan vel relativt greitt målast ved tradisjonelle eksamenar, men i mindre grad kreativitet og kultur. Lærarane i emna har møttest kvar veke for å diskutera framdrift og røymsler. Det er gjennomført spørjeundersøkingar etter kvart semester og samtalar med assistentar og referansegrupper har og gjeve innsikt i korleis opplegget har fungert. Det har enno ikkje vore sett av tid til ei systematisk statistisk analyse av undersøkingane, men førebelse resultat tyder å at mange studentar fell i ei av to grupper:

- *Dei ytre motiverte*, som set pris på alle læringsaktivitetar som gjev dei høve til å oppnå ein god karakter ved slutten av semesteret.
- *Dei indre motiverte*, som får stimulering når dei opplever å koma nærare målet som praktiserande ingeniør.

Den fyrste gruppa har nok ein tendens til å vera nøgde med læringsresultat i kategoriene *kvalifikasjon* og *kompetanse*, medan den andre veit å setja pris på det kreative.

Teoristoffet i ESDA I og ESDA II har mykje til felles med eit tidlegare emne TET4100 Kretsanalyse. Strykprosenten i dette emnet har typisk vore på 10-20%. I ESDA I/II har det hittil ikkje vore ein einaste kandidat som har fått strykkarakter på eksamen, utan at eksamensoppgåvene har vore lettare enn dei brukar å vera i samanliknbare emne. Det tyder på at teoriforståing - alle høve på dei lågaste læringsnivåa vert fremja med opplegget i ESDA I/II. I kor stor grad det skuldast designprosjekta spesifikt, kan me førebels ikkje godtgjera statistisk.

#### REFERANSAR

- [1] E. Crawley, J. Malmqvist, S. Östlund and D. Brodeur, *Rethinking Engineering Education. The CDIO approach*, Springer, Berlin, 2007.
- [2] L. Lundheim, T. Tybell, B. B. Larsen og T. Ekman. (2015), *Den elektroniske ingeniørstigen - En tiltakspakke for mestring og identitetsbygging*, MNT-konferansen 2015.
- [3] L. Lundheim, T. Ekman, B. Gajic, B.B. Larsen, Thomas Tybell, *Early Innovation Projects: First Experiences from the Electronic Engineering Ladder at NTNU*, Proc. CDIO 2016, pp 929-936.
- [4] Lars Qvortrup: *Det lærende samfund - hyperkompleksitet og viden*, Gyldendal, København, 2001.
- [5] K. Furuberg, *Dette kan bli en modell for NTNUs nye campusløsning*, Universitetsavisa, 2016.
- [6] B. B. Larsen, L. Lundheim, T. Ekman, T. Tybell, *Teaching Freshmen Engineering Communication*. Proceedings of the 11th European Workshop on Microelectronics Education. EWME 2016, 2016.
- [7] M. Polayi, *The Tacit Dimension*, Chicago, 1966.

## Utdanning i perspektiv

Utsikten / Lille Sal

**Torsdag 30 mars**

Utsikten

*Sesjonsansvarlig: Annette Veberg Dahl, HiØ*

14.00-14.35

**Irrelevant! Møte mellom to kulturer**

Thorvaldsen, Henne

14.45-15.20

**Sense and sensibility in workload calculation**

Soulé, Førland, Dahl

**Fredag 31 mars**

Lille Sal

*Sesjonsansvarlig: Randi Toreskås Holta, HSN*

11.00-11.35

**Some factors affecting the grades of technology students**

Gregersen, Kløkstad, Hervik, Plessner, Pettersen

11.40-12.15

**Förändringar i attityder gentemot lärande och ämne under första studieåret vid en civilingenjörsutbildning**

Persson

12.20-12.55

**Norway's gender gap: classroom participation in undergraduate introductory science**

Ballen, Danielsen, Jørgensen, Grytnes, Cotner



# Irrelevant! Møte mellom to kulturer

Per Thorvaldsen pth@hvl.no og Ingvar Henne inhe@hvl.no, *Høgskulen på Vestlandet*

**SAMMENDRAG:** I denne artikkelen presenteres erfaringer og funn fra fire år med undervisning i emnet «Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder» ved Høgskulen på Vestlandet. Disse sees i sammenheng med det økende kravet om Ex. phil. i all høyere utdanning. Våre ingeniørstudenter viste meget liten interesse for emnet ved oppstart i 2012, men ved å endre på pedagogikk og faglig tilnærming har studentene gradvis blitt mer interessert i dette dannelsesfaget. Skal en lykkes med å innføre Ex. phil. i all høyere utdanning må man ta høyde for at de ulike studentgrupper har ulike preferanser og interesser.

## 1 INNLEDNING OG BAKGRUNN

Det er snart 60 år siden C.P. Snow holdt sin berømte Rede-forelesning om de to kulturer [1]. I den forelesningen fortvilte han over avstanden mellom teknologene og humanistene. Han påpekte blant annet at termodynamikkens andre lov var vel så viktig for et opplyst menneske som Shakespeares verker. Han ønsket at det ble bygget bro mellom de to kulturer ved hjelp av kunnskapsutveksling.

I Norden har vi hatt en lang tradisjon i universitetsstudiene siden 1675 med den såkalte forberedende prøve – Ex. phil. – ment som et «dannelsesfag» som skal forberede studenter til videre studier. Innholdet i faget har variert gjennom tidene, og er i dag konsentrert om vitenskapshistorie, vitenskapsteori, vitenskapelig metode og etikk [2].

I den tradisjonelle ingeniørutdanningen har det ikke tidligere vært et «dannelsesfag» alá Ex. phil. Kunnskapsdepartementet ga i 2006 NOKUT oppdraget å evaluere ingeniørutdanningen. NOKUT avga sin rapport «Evaluering av ingeniørutdanningen» i 2008 [3]. I den ble det fremhevet at ingeniørutdanningen måtte sees i lys av Bolognaprosessen, og at den måtte akademiseres. «Mangelen på forskertilknytning i ingeniørutdanningen medfører at studentene ikke får god nok opplæring i kritisk tenkning, analyse og bruk av vitenskapelige metoder med kildekritikk» [4]. Sammenslåingen av universiteter og høyskoler til større enheter er også en pådriver for kravet om at all høyere utdanning skal ha et Ex. phil. lignende fag.

I 2011 fastsatte Kunnskapsdepartementet så en ny forskrift om rammeplan for ingeniørutdanningen [5]. I den var det et nytt og spennende dannelsesemne «Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder» som representerte noe helt nytt i ingeniørutdanningen – et slags «Ex. phil. light». I de tilhørende nasjonale retningslinjer [6] som skulle sikre kvaliteten, var det angitt førende beskrivelser av læringsutbytte. I 2016 har Arbeiderpartiet i sitt «Forslag til strategi for høyere utdanning og forskning» [7] framsnakket behovet Ex. phil. også for ingeniører, og prorektor Nina Waaler ved HiOA mener at Ex. phil. må til «for at studentene skal kunne løse de samfunnsutfordringer en ennå ikke kjenner med teknologi som ennå ikke er funnet opp» [8].

Da burde vel alt ligge til rette for å oppfylle C.P. Snøws drøm om å forene teknologer og humanister? Det faktum at Dannelsesutvalget for høyere utdanning ikke hadde en eneste teknolog som medlem [9], ingeniørstudentenes uttrykte motvilje mot Ex. phil. [10], og egne erfaringer med undervisning i «Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder» kan tyde på at det enda er et stykke å gå før en er i mål med ingeniørdannelsen.

## 2 TEORIGRUNNLAG - DANNELESASPEKTET INNENFOR INGENIØRFAG

Hva er ingeniørdannelse, og skiller den seg fra dannelse og allmenndannelse? I følge Store Norske Leksikon er dannelse eller danning formingen av menneskets personlighet, oppførsel og moralsk holdning gjennom oppdragelse, miljø og utdanning, mens begrepet allmenndannelse brukes om et minstemål av dannelse som blir sett på som noe som burde være felles for alle innbyggerne i et samfunn [11].

Det som C.P. Snow [1] pekte på, og Dietrich Schwanitz [12] følger opp, er at hverken naturvitere eller ingeniører er blitt opptatt i det gode dannelsesselskap. «Vi behøver riktignok ikke å skjule naturvitenskapelige kunnskaper, men de hører ikke med til dannelsen» [12]. Dannelse er nærmest å betrakte som en fritidssysse for overklassen som nytteorienterte ingeniører ikke trenger å kaste bort tiden sin på.

Det er ikke like lett å finne en definisjon av ingeniørdannelse, men det generelle læringsutbyttet for ingeniørutdanningen gitt i Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanningen [5] er et godt utgangspunkt:

«Kandidaten har innsikt i miljømessige, helsemessige, samfunnsmessige og økonomiske konsekvenser av produkter og løsninger innenfor sitt fagområde og kan sette disse i et etisk perspektiv og et livsløpsperspektiv. Kandidaten kan formidle ingeniørfaglig kunnskap til ulike målgrupper både skriftlig og muntlig på norsk og engelsk og kan bidra til å synliggjøre teknologiens betydning og konsekvenser».

Ved institutt for elektrofag ved Høgskulen på Vestlandet (HVL) tok vi rammeplanen for ingeniørutdanningens intensjoner om ingeniørdannelse på alvor, og laget et innhold i tråd med de generelle læringsutbyttebeskrivelsene gitt i malen for utarbeidelse av emnene.

I de nasjonale retningslinjer [6] ble det gitt forslag til innhold i emnet «Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder» samt en læringsutbyttebeskrivelse. Forslaget til innhold var meget omfattende med stor grad av frihet til utforming. Ved å se på andre ingeniørutdanninger enn vår egen ved institutt for elektrofag ved Høgskulen på Vestlandet, kan det se ut som noen kanskje har tatt seg vel store friheter. Ved vårt institutt gjorde vi et nennsomt utvalg som speilet Kunnskapsdepartementets intensjoner med fokus på de mest relevante emnene. I emnet la vi inn profesjonsforståelse og ingeniørrolle, presentasjonsteknikk, prosjekt, design, elektrohistorie, etikk, vitenskapsteori, «søk & skriv» [13], bedriftsbesøk, og kronikkskriving i den teoretiske delen, og i tillegg et praktisk prosjektarbeid.

### **3 METODE - ERFARINGER MED MØTE MELLOM DANNELSESIDEALET OG NYTTETENKNING**

Forfatterne, som har en lang fartstid i næringslivet før de ble en del av academia, har observert at i utdanningssektoren virker det som de fleste innspill til endringer i studier kommer fra oven. Disse endringene blir motvillig adaptert i utdanningssektoren. Det tok derfor lang tid fra rammeplanen for ingeniørutdanningen ble fastsatt til vi kunne begynne med fagutvikling av emnet «Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder». Siden emnet var nytt og inneholdt mange elementer var det ikke lett å finne noen passende lærebok. Riktignok er det mange gode læremidler innen prosjektarbeid [14], men litteratur som omhandler elektrohistorie glimrer med sitt fravær. Først nå fire år etter, har Ronny Kjelsberg [15] fått utgitt en bok som dekker emnet rimelig godt.

Da emnet inneholdt mange elementer, var det naturlig å trekke inn en rekke ressurser til undervisningen. Det var eksterne forelesere fra academia og næringsliv, samt en rekke egne aktører med spisskompetanse på de enkelte områder. Forelesninger ble valgt som metode i den teoretiske delen av emnet på grunn av antallet studenter som er omtrent 200.

Vi hadde en forutelse om at den teoretiske delen av dette emnet kanskje ikke ville bli det mest populære blant unge kommende ingeniører og det heller ikke var lett å finne lærerkrefter. Derfor valgte vi å bruke instituttleder i deler av undervisningen for å synliggjøre ham for studentene og dermed indirekte sende et signal om emnets betydning.

Tilbakemeldingene første året var todelte. Den praktiske delen med innføring i prosjekt og eget prosjektarbeid ble meget godt mottatt. Prosjektarbeidene har vært av typen trappiano [16], ølbrygging [17], og elektriske terninger – hvor det har vært inkludert elektrofaglige elementer. Her meldte studentene tilbake at læring, relevans og nytteverdi var stor, og det viste seg også i eksamensresultatene. I tillegg var det morsomt og sosialt. Også bedriftsbesøk hos ABB ble godt mottatt.

I den teoretiske delen var studentenes respons katastrofal – av typen gitt i overskriften. De så ingen umiddelbar nytteverdi i å få kunnskap om elektrohistorie, selv om den ble relatert til oppbygging og virkemåte av moderne utstyr. Kravet om kronikkskriving ble møtt med vantro av typen «Jeg har ikke

*begynt på ingeniørstudiet for å skrive stil!*», men tross dette fikk én av studentene sin kronikk på trykk i Bergens Tidende [18]. Også vitenskapsteori og etikk vekket liten interesse, selv om de beste forelesere og fagpersoner innen områdene var hyret inn (bl.a. Ragnar Fjelland, professor emeritus i vitenskapsteori ved UiB og Tom Skauge, førsteamanuensis i profesjonsetikk ved HVL). Det ble heller klaget på at en måtte forholde seg til så mange ulike forelesere.

Instituttleders beskrivelse av egen erfaring som ingeniør og ingeniørrollen generelt ble oppfattet som paternalsk og gammelmodig. «*Han er full av seg selv*», som en student så viselig ga uttrykk for i underveisevalueringen. Riktignok kom det også trøstende ord som at de følte med oss lærere som måtte undervise i dette tøyseemnet som var pålagt av myndighetene. Et forsøk på å øke interessen ved å bruke pop-kulturelle referanser som filmen «Bladerunner» [19], viste med all ønsket tydelighet generasjonsskillet. Vårt ønske var å vise en filosofisk film, men vi ble møtt med tilbakemeldinger som «Kulens inntrengning i kroppen følger ikke Newtons lover». Heller ikke smakebiter fra instituttets forskning [20] ble mottatt med synderlig interesse. Før presentasjonen startet kom det klassiske spørsmålet «*Er dette pensum?*».

Basert på første års erfaringer har emnet blitt strukturert bedre. Den praktiske delen som studentene liker godt, er beholdt uforandret, mens den teoretiske delen har blitt bedre tilpasset publikum. Det er innført tvillingforelesninger – «Knoll og Tott» – basert på arven etter Øgrim og Ormestad [21] og framsnakk av Arild Raaheim [22]. Tilbakemeldingene på tvillingforelesningene er gode. Formen er infotainment som gjør det mulig med diskusjoner og meningsbrytninger i en forelesning for 200 studenter. Det at lærerne diskuterer og er uenige river studentene med, og reduserer terskelen for å stille spørsmål og delta aktivt i diskusjonen.

Videre har vi tatt i bruk responssystemer alá Kahoot for å øke engasjement, studentaktivitet, og for å utføre surveyer. Som følge av sluttvurderinger av emnet med studentene, har en fokusert mer på studentaktive læringsformer som gruppearbeid, relevante praktiske oppgaver, og egne presentasjoner. Disse tiltakene har gjort studentene vesentlig mer positive til dannelsesemnet «Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder».

#### 4 RESULTATER - PRESENTASJON AV FUNN

Da den praktiske delen er meget godt likt av studentene, har vi valgt å fokusere på å finne ut hvorfor den teoretiske delen møter så store utfordringer. For å finne ut av det har vi hatt dialoger med studenter, og benyttet underveisevalueringer, sluttevalueringer og surveyer. I tillegg har obligatoriske øvelser og eksamen gitt oss en pekepinn om hvor skoen trykker.

##### 4.1 Evalueringer

«Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder» har blitt undervist fire ganger siden høsten 2012. I tabell 1 og 2 er et utvalg av studentenes generelle kommentarer til den teoretiske delen av emnet fra underveisevaluering i 2012 og 2016 gjengitt. Som en ser av tabellene, er studentene mer fornøyd med undervisningen i 2016 enn i 2012. Det ser altså ut som om de pedagogiske grep vi har tatt fungerer. Det er fremdeles en del studenter som ikke ser hensikten med faget i 2016, men det er vesentlig færre enn ved oppstart i 2012.

Tabell 1.

#	Studentenes kommentarer fra 2012
1	Jeg synes det som blir gjennomgått har vært veldig svada så langt.
2	Det blir mye snakk om ingenting til tider. Mye av informasjonen er interessant, men ikke relevant.
3	Dumt er et dårlig ord. Jeg syns det er vanskelig å se noe relevans i det som Per underviser i. Han er veldig dyktig og jeg synes det er artig å høre på han.
4	Meiningsløst fag for studenter med relevant erfaring frå arbeidslivet.
5	Tullete fag som tar opp tid og ikkje som vi ikkje lærer noko av.
6	Mye tid kastes bort på stilskriving som alle jeg har snakket med føles totalt ubrukelig og irrelevant.
7	Mye uinteressant informasjon. F.eks kildebruk, sci-fi filmer, sci-fi bøker. Ble anbefalt at vi skulle lese sci-fi bøker. Jeg ser rett og slett ikke vitsen med det og har heller ikke tid til å lese bøker utenom studiene.
8	Personlig så syntes jeg det er ett tøyse fag.
9	Slutte å tulle!!!
10	Finn emner som kanskje ikke bare er relevante, men og INTERESSANTE! Starte faget med en film om

	fremtiden? Supert! Men gode gud, velg en film der mer enn 1/10 av studentene klarer og holde seg våkne! "Klassiker fra 1986 som viser hvordan de så på fremtiden på den tid-" IRRELEVANT!
	Og slik fortsetter det ca. 20 A4 sider til.

Tabell 2.

#	Studentenes kommentarer fra 2016
1	Litt unødvendig fag, men det må vel til.
2	Veldig bra undervisning.
3	Kahoot gir veldig bra læringsutbytte. Det er engasjerende og jeg følger med på en annen måte, enn når det kun foreleses. Det gjør at jeg får med meg hva som er riktig og hva som ikke er riktig til senere anledninger.
4	Jeg liker hvordan de klarer å holde presentasjonene på en måte som får faget til å bli mer gøy enn det er. Det gir både motivasjon og trivsel i timene.
5	Artig og gøy! Men kunne være bedre informasjon!
6	Veldig gode forelesere men vil gjerne høre litt mer om hvordan eksamen foregår og hva eksamen går ut på i dette faget.
7	Det er vanskelig å putte fingeren på noe. Lærerne har vært svært trygge og rolige som har gitt en fin flyt på det de har gått igjennom.
8	Vanskelig å se den røde tråden i faget, noe som kan føre med seg en viss umotiverende holdning.
9	Vanskelig å se hva faget om handler i sin helhet, manglende rød tråd.
10	I innføringsemnet vet jeg ikke hva vi skal lære. Tror det handler om væremåte, oppførsel, arbeidsmoral og etikk som ingeniør.
11	Gode forelesere, men det er også ett fag som ikke har så veldig mye å snakke om i mine øyne.

## 4.2 Survey

I 2016 gjennomførte vi en survey med de studentene som holdt ut til siste forelesning (42 av totalt 200).

### 4.2.1 Fagets innhold

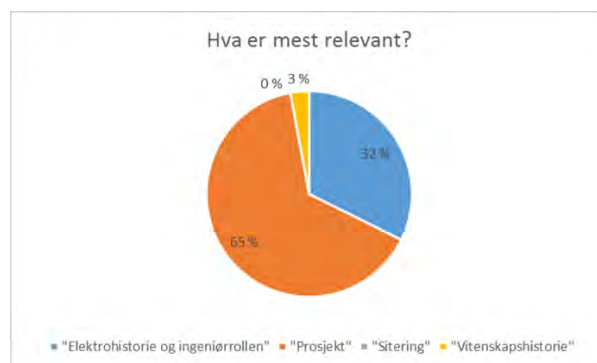


Fig. 1. Mest relevante emner

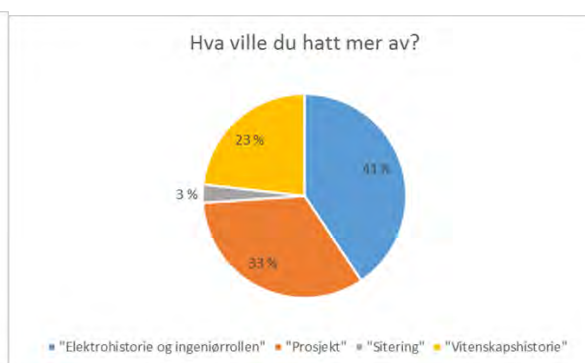


Fig. 2. Studentenes prioritering av emner

Figurene viser klart at det er prosjekt som studentene vi spurte synes er mest relevant, og elektrohistorie er det de kunne tenke seg mer av. Vitenskapshistorie, sitering og kildekritikk anser de som irrelevant.

### 4.2.2 Helhetsinntrykk

Brorparten av studentene vi spurte synes at faget er greit nok, og andelen som synes det er fullstendig irrelevant er vesentlig mindre enn i 2012.





Fig. 3. Helhetsinntrykket av faget

## 5 KONKLUSJON

Det er et ønske å innføre Ex. phil. i alle høyere utdanninger [7], [8] og [10]. Våre erfaringer med å undervise i «Innføring i ingeniørfaglig yrkesutøvelse og arbeidsmetoder» tilsier at en må tilpasse fagets innhold og undervisningsmetoder til ulike studentgrupper for å lykkes. Hos en del ingeniørstudenter er nyttetenkningen så sterk at de frarøver seg selv muligheten til å utvide egen horisont og se seg selv i et større perspektiv. Hva så med C.P. Snows [1] ønske om å forene de to kulturer? For å få det til må ingeniørene ta dannelse på alvor, men det kreves holdningsendringer i humaniora også. Lærerutdanningen ved vår egen institusjon HVL har «Ein utdana mann og eit dana menneske» av Jon Hellesnes [23] som pensum. Der kan en lese «Fagmannen ser hårstrittande, ufjelga og distré opp frå sine partiklar og strukturar. Han ser seg rundt og forstår ingenting». Denne avvisningen av dem som skaper verdier, viser at man fremdeles har et stykke vei å gå for kulturell fellesforståelse.

## 6 TAKK

Forfatterne takker våre studenter og kolleger, HVL og Kunnskapsdepartementet.

## REFERANSER OG LITTERATUR

[1]	Snow, C.P.: De to kulturer, 2008 Bokklubbens kulturbibliotek
[2]	Rørvik, Thor Inge: Historien om examen philosophicum 1675-1983, 1999
[3]	NOKUT: Evaluering av ingeniørutdanningen i Norge 2008
[4]	NOKUT: Evaluering av ingeniørutdanningen i Norge 2008, s15
[5]	Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanningen, <a href="https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-02-03-107">https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-02-03-107</a>
[6]	UHR: Nasjonale retningslinjer for ingeniørutdanningen, Juni 2011
[7]	Arbeiderpartiet: «Med kunnskap skal landet bygges videre», Innstilling fra Arbeiderpartiets utvalg for høyere utdanning og forskning. November 2016, s20.
[8]	Waller, Nina: Forberedt på fremtiden, <a href="http://khrono.no/debatt/forberedt-pa-fremtiden">http://khrono.no/debatt/forberedt-pa-fremtiden</a> , 30/11 2016
[9]	Dannelsesutvalget for høyere utdanning: Kunnskap og dannelse foran et nytt århundre, Juni 2009
[10]	Svendsen, Ole Marius: Ex. Phil – Et uroelement, <a href="http://khrono.no/debatt/ex-phil-et-uroelement">http://khrono.no/debatt/ex-phil-et-uroelement</a> , 27/11 2016
[11]	Dannelse: Store Norske Leksikon, <a href="https://snl.no/dannelse">https://snl.no/dannelse</a> 28/12 2016
[12]	Schwanitz, Dietrich: Dannelse, ISBN: 9788253027708, Pax, 2002, s447
[13]	Søk & skriv, sokogskriv.no
[14]	Andersen, Erling S. og Schwencke, Eva: Prosjektarbeid – en veiledning for studenter, ISBN13: 9788256272303, NKI-forlaget, 2012
[15]	Kjelsberg, Ronny: Teknologi og vitenskap, ISBN: 9788215024806, Universitetsforlaget, 2017
[16]	Hjelle, Jo: Her bråvåkner studentene, Bergens Tidende, 30. oktober 2012
[17]	Myklebust, Sammy: Brygging som del av undervisningen, Ølportalen, 12. desember 2013
[18]	Idealistiske ingeniører, Ola Grøttvik, Bergens Tidende, 19. oktober 2012
[19]	Bladerunner, Regissør, Ridley Scott, Warner Bros, 1982
[20]	Thorvaldsen, P., & Henne, I. (2014, 07 23). Propagation measurements on a line-of-sight over-water radio link in Norway. Bergen, Norway. doi:10.1002/2013RS005338.
[21]	Ormestad, Helmut og Øgrim, Otto: Fysikk på roterommet, NRK
[22]	Raaheim, Arild: Råd og tips til deg som underviser, Gyldendal, ISBN 9788205443532, 2013
[23]	Hellesnes, Jon: Ein utdana mann og eit dana menneske, Pedagogikk og samfunn, Gyldendal, 1969

# Sense and sensibility in workload calculation

Jonathan Soulé, Oddfrid Førland, and Tina Dahl  
*Centre of Excellence in Biology Education – bioCEED*

**ABSTRACT:** The time students need to efficiently learn a curriculum and complete course activities constitutes the *workload* of a course. The workload, as perceived by students, depends on a multitude of parameters. Not allowing students time to complete all the course activities – including time for learning outside the classroom, reduces the likelihood of a *deep* approach to learning, thus leading to a *surface* approach.

We examined workload in 7 biology courses using a calculation model described in Karjalainen et al. (2006a). This model, with preset factors for preparation adapted to the specific activity, is meant to determine the time required by students to achieve *high quality learning*. The case study also included interviews with the course leaders (teachers) to investigate how time is allocated to teaching activities. The results reveal that the assigned ECTS credits for a given course do not necessarily reflect the workload. Course leader interviews suggest that calculation models are not systematically employed to determine workload, which may contribute to increased perceived workload by students.

The main conclusion is that student workload calculation models should, to a larger extent, be used as a tool when planning a course. Allocating time and deciding workload of different activities must be regarded as a central part of good course design and is crucial for the learning outcome.

## 1 INTRODUCTION

The time a student needs to efficiently learn a curriculum and complete course activities constitutes the *workload* of a course (Karjalainen et al., 2006a). Workload is measured in ECTS credits and the European countries (EHEA) have defined 60 ECTS as a fulltime year of studies ("Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG), 2015). The full time student in Norway is expected to complete 60 ECTS credits in an academic year of app. 1600 h, which gives *40h per week* (1 studiepoeng = 26-27 h).

Higher education institutions follow local, national and international guidelines to design and support high-quality courses and degrees. Course leaders at universities must comply with a series of recommendations in order to design courses where intended learning outcomes, learning activities and assessment are aligned. However, very little help is available to course leaders when it comes to judiciously allocating time for the different activities.

Deep learning is dependent on students having enough time, and time is therefore a basic precondition for learning (Karjalainen et al., 2006a). A deep approach to learning includes time to understand the underlying principles, to integrate the learning with previously acquired knowledge and to get a holistic view on the subject. Insufficient time, however, may lead to *surface* learning (Biggs & Tang, 2011; Karjalainen et al., 2006a) where students only have time to memorize facts and data, and do not have time to understand and develop their conceptual approach (Case & Gunstone, 2003).

If a course does not allow the student time to complete all the course activities – including time for learning outside the classroom, a *deep* approach to learning is unlikely, and students may turn to a *surface* approach to learning where they work below the required level to reach the course learning outcomes (Biggs & Tang, 2011; Light et al., 2001). Careful evaluation of workload must be performed to give students enough time to learn, and estimating course workload by merely summing the number of contact hours would be a critical mistake. Learning does not primarily occur only during contact hours, and time spent on reading course material, self-study and preparation for exam should not be omitted (Raaheim, 2013). Fair workload estimation relies on a system calculating all necessary study hours, where all hours are clearly accounted for and quantified.

Even though the effects of workload on student performance and motivation have been studied; advice on, and models for, workload *calculation* are sparse. To our knowledge, there is no universal agreement on a system for fair calculation of course workload.

The main purpose of this micro-study was to examine the student workload in a selection of biology courses given at the University of Bergen (UiB) and the University Centre in Svalbard (UNIS), to see how student workload corresponds to the given course credits. We have investigated 7 biology courses and applied the workload calculation model described in Karjalainen et al. (2006a). Additionally, course leaders were interviewed to gather information on how they were planning their courses with regard to student workload.

## 2 METHODOLOGY

### 2.1 Workload mapping

Seven biology courses (referred to as course A, B, C, D, E, F and G, see table 1) at UiB and UNIS were included in this study. All course levels (BSc, MSc, PhD) were represented. Data were collected during spring 2016 from course descriptions and schedules, as well as interviews with course leaders. To quantify student workload, a workload schedule was created based on a model described in Karjalainen et al. (2006a), where the different teaching methods are classified and described in relation to a calculated workload. Interviews with course leaders were carried out for all seven courses. Course leaders were asked how they plan, calculate and adjust workload in their courses.

*Table 1.* Breakdown of the time schedule of the seven biology courses included in the study.

Course	Level	ECTS	Schedule (hours)	Assessment	Required reading (pages)
<b>A</b>	BSc	10	lecture: 37, seminar: 10, lab: 2, field: 4, div.: 17	1 lab report, 1 oral exam, 2 written exams	English (book): 205 English (pop. Sci.): 385
<b>B</b>	BSc	10	lecture: 58, seminar: 4, lab: 68, field: 4	4 lab reports 1 written exam	English (book): 242 Norwegian: 250 Lab notebook: 177
<b>C</b>	BSc MSc	10	contact hour: 16, seminar: 8	portfolio	English (book): 440
<b>D</b>	BSc MSc	10	lecture: 30, seminar: 39, lab: 6, field: 6	2 assignments, 2 presentations, 1 lab report, 2 written exams	English (book): 428 slides: 221
<b>E</b>	MSc PhD	10	contact hour: 14, seminar: 6	portfolio	English (book): 150
<b>F</b>	MSc PhD	10	lecture: 22, seminar: 15, lab: 20, field: 35, div.: 15	2 written reports, presentation of scientific papers, 1 oral exam	English (papers): 350
<b>G</b>	BSc	15	lecture: 40, seminar: 20, lab: 40, field: 83, div.: 6	2 written reports, 1 oral exam	English (papers): 80 English (book): 372

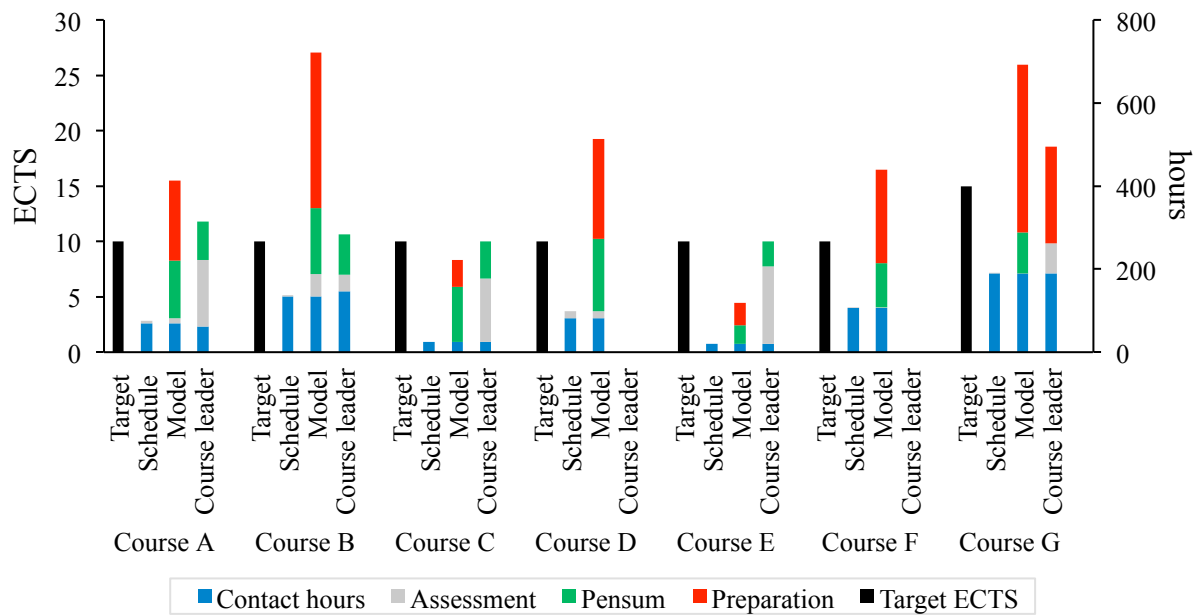
### 2.2 Workload calculation methods

The workload of each of the selected courses was estimated using factors and parameters of the model described in Karjalainen et al. (2006a). In brief, each contact hour is multiplied by a factor to determine the total time to be considered to prepare for, attend the course, and complete the assignments and exams. The factors are: lecture x4, seminar x3, lab work x2, and field work x2. Time needed for reading course material (syllabus/required reading) was calculated as follow: English text (textbook) 3.3 pages/hour, English text (popular science) 5 pages per hour, Norwegian text (text book, slides, lab book) 5 pages per hour, preparation for exam 20% of total study time.

### 3 RESULTS

#### 3.1 Study time analysis in biology courses

The results of our study are summarized in *Fig 1*.



*Fig 1.* Student workload calculation across seven biology courses. Course workload expressed both in ECTS (left Y-axis) and hours (right Y-axis) for course A-G based on the model described in Karjalainen et al. (2006a) (Model), course leader estimation (Teacher) and scheduled activities in course description (Schedule). Target indicates the number of ECTS credited upon completion. Note that course leader estimation was not available for course D and F.

The analysis of the student workload of seven biology courses revealed:

1. Moderate to large divergences between the set number of ECTS and the workload estimation based on the model (course A, B, D, E, F and G),
2. Moderate to large divergences between the workload estimation given by the calculation model and the estimation provided by the course leaders (course B, E, G).

Discrepancies between the set number of ECTS for a course and the model of Karjalainen et al. (2006a) are clearly illustrated by the case of course B. The workload of this course was estimated to 27.1 ECTS by the model, i.e. nearly 3 times the set number of ECTS credited (*Fig. 1*). Similar discrepancies were also observed in course A, D, F and G, where the workload was estimated to 1.55, 1.92, 1.65 and 1.73 times the number of set ECTS by the same model, respectively. In contrast, the calculated workload was approximately half of the given ECTS in course E.

Course leader workload estimations (when available) were close to target ECTS in most cases (*Fig. 1*, course A, B, C and E). However, the course leader estimations were moderately to largely different from the calculated number of ECTS credits according to the model of Karjalainen et al. (2006a). This was observed for course B and G, where the workload as calculated by the model was 2.55 and 1.4 times greater than the course leader estimation. In the case of course E, however, the model indicated a workload corresponding to 0.45 times the course leader estimation.

#### 3.2 Summary of course leader interviews

Several of the interviewed course leaders report that they did not plan and design their courses from the beginning. Those who «inherited» courses base much of their workload planning on the previous course schedules. All course leaders say they do consider student workload while planning. Some use

a calculation formula (typically from Raaheim, 2013), but they make adjustments to the factors based on their own experience and judgement, and changes in teaching methods.

When asked about preparation time the answers differed both between course leaders and the different activities. Some preparation time for teaching activities was taken into account when estimating workload, but weighting of preparation time differed, and also how systematic this calculating was. Several course leaders feel that they might be underestimating preparation time for teaching activities. All course leaders report that time for reading course material was part of the workload calculation. Time was also allowed for assignments, but again course leaders report that they feel they underestimate the time students need to complete assignments.

General impressions from the interviews are that course leaders expect students to prepare, but they do not believe that they actually do. Most course leaders say they have adjusted workload in different ways, both based on feedback from students and their own experience of teaching.

Some course leaders give students very detailed information about the expected workload/preparation time for different activities, while others just expect that students do the necessary preparations without specific instruction.

#### 4 DISCUSSION

According to the workload calculation model of Karjalainen et al. (2006a), most courses examined in this case study have a workload over the set number of ECTS credits. Course leader estimations tend to be lower, and this is mainly because they allow for less independent study time, preparation for contact hours, reading the curriculum and preparing for the exam. Course leaders may reduce time allocated for self-study after adjusting for what they consider to be overlap between the study time needed for some activities (for example reading textbook and preparing for a lecture). The model assigns preparation time independently to each category of learning activities.

Karjalainen et al. (2006a) uses factors for different learning and assessment activities that should give students enough time for deep and effective learning. When applying Karjalainens factors, which aim for sufficient time to learn in every activity, the amount of workload increases heavily for most courses. In the examined courses, it is shown that when activities overlap, cumulative time for certain activities become very high in relation to actual contact hours scheduled. Reducing factors for preparation time, as done to a large extent by the course leaders, could compensate for overlap between activities. However, the need for independent study time might be underestimated when adjusting factors like this, and the actual time needed to *learn* insufficient. Karjalainen et al. (2006a) emphasize that the workload calculation model is hypothetical and must be verified by experience. Accordingly, some course leaders use factors as guidelines, but adapt them to the activities of the course. This adaption is based more on their experience or “gut feeling”, than an actual analysis of the needed preparation time for specific activities. Still, according to the course leader interviews, course leaders have a feeling that they underestimate preparation time in general.

An interesting finding is that the two courses that use a Team-Based learning approach and portfolio assessment (Course C and E) are the only two where the course leader estimations of workload was higher than the models. In fact, they are the only two courses that stay within the given ECTS limit. In a Team-based learning approach there is less need for allocating separate time for preparation since the independent study time is included in the Team-based learning sessions (Raaheim, 2013). In the model of Karjalainen et al. (2006a) the different teaching and assessment activities are counted separately. In Team-based learning these activities are closely integrated with each other and this makes the model difficult to apply - especially when comparing results with courses using more traditional teaching and assessment methods.

Allowing students to engage in deep learning by carefully balancing course workload thus appears to be an arithmetical challenge, where various activities and how they interact must be considered. Another challenge for workload models is the variation and complexity of students experienced workload, and the difficulty of collecting reliable data from the students (Bowyer, 2012; Chambers, 1992).

Actual workload (intended workload for the course activities) and students' perceived workload could be very different (Chambers, 1992; Karjalainen et al., 2006a; Kember\*, 2004), and getting an

objective measure of workload for the individual student is virtually impossible. Factors that have been shown to affect the perceived workload are course design, learning environment and learning approaches, but also students' characteristics, motivation and general life situation. These factors have a complex relationship and are often co-dependent (Bowyer, 2012; Karjalainen et al., 2006a; Kember\*, 2004). A situation of too high workload can cause students to adopt a surface approach to learning (Biggs & Tang, 2011). However, a high workload could also have a positive influence on student effort. Low workload may cause students to not putting in the necessary effort to effectively learn the content (Marsh, 2001). Balancing workload is therefore crucial for student learning and motivation.

Chambers (1992) introduces the concept of *responsible course design*, where workload is an important factor to consider while planning a course or degree. Student workload must be regulated by making predictions on how much time the average student would need to complete activities and achieve effective learning. By adopting the idea of constructive alignment (Biggs & Tang, 2011) we believe that the improved coherence of teaching activities, learning outcomes and assessment also will have to affect the way course leaders (teachers) plan their courses in relation to workload.

A model for calculating workload can be a tool for course leaders to evaluate and aim for an appropriate workload, but must be used in the context of the specific course. Adjusting factors and workload calculation to a course must be done in the perspective of effective deep learning, and not to "fit the form". Coordination within and between courses to distribute workload appropriately is also important, and should be part of the quality assurance work of the institution.

An alternative to a complex model is the simple calculation form presented in Raaheim's book *Råd og tips til deg som underviser* (Raaheim, 2013), which builds on the work of Karjalainen et al. (2006a,b). This calculation form is simple and pragmatic, and allows for adjustment to specific courses, but still fills the purpose of making the course leader think through the workload of the course within the hours available by the set number of ECTS.

In addition to giving students the time to think (which again means *learn*), we as educators should also help students use this time right. Clearly communicating to students the expectations and learning goals, how they should prepare and how much effort should be put into different activities, will help students control and balance their available time and avoid unnecessary stress (Karjalainen et al., 2006b; Raaheim, 2013).

## REFERENCES

- Biggs, J. B. & Tang, C. *Teaching for quality learning at university : what the student does* (4th ed.). Berkshire: Open University Press.
- Bowyer, K. (2012). A model of student workload, *Journal of Higher Education Policy and Management*, Vol. 34, No. 3, pp. 239-258.
- Case, J. & Gunstone, R. (2010). Going deeper than the deep and surface approaches: a study of students' perceptions of time, *Teaching in higher education*, Vol. 8, No. 1, pp. 55-69.
- Chambers, E. (1992). Work-load and the quality of student learning, *Studies in Higher Education*, Vol. 17, No. 2, pp. 141-153.
- Karjalainen, A., Jutila, S., & Alha, K. (2006a). *Give me time to think / determining student workload in higher education*. Oulu: Oulu University Press.
- Karjalainen, A., Jutila, S. & Alha, K. (2006b). *Tid att tänke. Dimensionering av finländska universitetsstudier*. Oulu: Oulun yliopistopaino
- Kember\*, D. (2004). Interpreting student workload and the factors which shape students' perceptions of their workload, *Studies in Higher Education*, Vol. 29, No. 2, pp. 165-184.
- Light, G., Cox, R., & Calkins, S. (2001). Evaluating: Teaching and course evaluation, *Learning and teaching in Higher Education: The reflective professional*, pp. 195-216.
- Marsh, H. W. (2001). Distinguishing between good (useful) and bad workloads on students' evaluations of teaching, *American Educational Research Journal*, Vol. 38, No. 1, pp. 183-212. doi:Doi 10.3102/00028312038001183
- Raaheim, A. (2013). *Råd og tips til deg som underviser*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG), [www.eqar.eu/fileadmin/documents/bologna/ESG\\_2015.pdf](http://www.eqar.eu/fileadmin/documents/bologna/ESG_2015.pdf). (2015). Brussels, Belgium.

# Some factors affecting the grades of technology students

Øyvind Weiby Gregersen, *Norwegian University of Science and Technology (NTNU)* oyvind.w.gregersen@ntnu.no, Geir Øivind Kløkstad *University of Agder (UiA)* geir.klokstad@uia.no, Sigbjørn Hervik, *University of Stavanger (UiS)* sigbjorn.hervik@uis.no, Hans Ekkerhard Plessner, *Norwegian University of Life Sciences (NMBU)* hans.ekkerhard.plessner@nmbu.no and Ivar Pettersen, *Norwegian University of Science and Technology (NTNU)* ivar.pettersen@ntnu.no

**ABSTRACT:** In this study factors that affect the grades of Norwegian technology students have been investigated. The total data set contained 355.706 individual exams from 63 different engineering master programs during the 2010 to 2014 period.

Regression analysis showed that the single factor having the largest impact on students' grades at university was their average grade from high school. Students who had on average one unit better grade from high school got on average 1.4 to 1.7 units better grades in the first year at university and even on their master thesis they got 0.76 units better grades.

Strong correlations in the awarded grades for single students were also observed between the different years of five-year integrated study programs. These findings show that the universities are consistent in the evaluation of the student's work.

When we adjusted for the effect of grades received in high school and earlier stages of university studies, we still found significant variation between study programs on how the master thesis were graded. The effect was as high as 0.4 grade units away from the average level. Such differences may both be explained by local cultures in grading, but could also reflect the quality of the student supervision during the master thesis work.

In 2014 new grade descriptions was implemented in the STEM area and new instructions distributed to the examiners. A significant reduction in the average grade was found, but the effect was not strong, only -0.14 grade units.

**Keywords:** Grading, Technology, Master programs, Relative grading

## 1 INTRODUCTION

This investigation of the use of grades in the master of technology studies in Norway was done as a part of the long-term work of The Norwegian Association of Higher Education Institutions (UHR) to ensure correct use of the ECTS grading scale across Norwegian institutions. The Norwegian grading system is supposed to be absolute, i.e. a certain grade, e.g. C, should represent the same quality of achievement no matter which university or university college awarded the grade. However, previous studies (Mjøen and Tjelta 2010, Strøm *et al* 2013) showed that there are strong differences in how grades are used in Norway. Internationally there is a growing literature on how universities are grading their students. Common topics are grade inflation (e.g. Sabot and Wakeman-Linn 1991, Yang and Yip 2003, Johnson 2003, Achen and Courant 2009), systematic differences in the use of the grading scale between university departments (Achen and Courant 2009) and connection between grading and the funding system for universities (de Paola 2011, Bauer and Grave 2011). In the current study we wanted to investigate if the trends regarding differences between institutions and relative grading seen overall for Norway (Mjøen and Tjelta 2010, Strøm *et al* 2013) also are present in master of technology studies and we wanted to investigate more closely which factors are affecting the grades of the students.

## 2 METHODS

Data were collected from all master of technology study programs in Norway that award 20 or more degrees per year. For each program anonymized grading information for each individual exam for the period 2010 through 2014 were registered and coupled to the student's study program. The total data set contained 355.706 individual exams from 63 different engineering study programs (integrated 5 year programs and 2 year programs). In addition, information about the student's workload, average admission grades and the programs graduation efficiency was taken from Studiebarometeret (2014) in

addition each institution provided information regarding use of internal and external examiners and implementation of the new grade description in 2013. An overview of the number of programs and number of examined master students are given in Table 1.

Table 1: Overview of the master programs and number of master students graduated (2014) investigated in the 2010-2014 period in this study.

Institution	Programs	# master students/year (2014)
Høyskolen i Buskerud og Vestfold (HVB)	3	28
Høyskolen i Ålesund (HiALS)	3	14
Høyskolen i Gjøvik (HiG)	3	33
Høyskolen i Narvik (HiN)	3	42
Høyskolen i Telemark (HiT)	3	69
Norges miljø og biovitenskapelige universitet (NMBU)	6	116
Norges teknisk naturvitenskapelige universitet (NTNU)	28	1426
Universitetet i Agder (UiA)	4	75
Universitetet i Stavanger (UiS)	6	135
Norges Arktiske Universitet (UiT)	4	27
<b>Total</b>	<b>1098</b>	<b>1965</b>

The connection between the university grades, the students high school grades, their work load and other parameters were investigated through regression analysis. Several different regression models were tested where the university grades in a specific subject or the average e.g. for all master level subjects were used as the dependent variable. Different sets of independent variables were then used such as the students age, gender and average grades from high school etc. The statistical significance and impact of each independent variable were reported. All regression coefficients presented are at least significant on the 95% significance level unless otherwise stated. Grades A through F were converted to numerical values before analysis (A: 5, F: 0). Unless mentioned otherwise, all data were obtained from *Felles studentsystem (FS)* and provided by participating institutions.

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1 High school grades

The most important factor influencing the grades the technology students receive are their grades in high school. In this study, we found that the students on average get 1.5 units better university grades in basic courses if they have one unit better grade in high school (Table 2). This effect is stronger than what was observed by Strøm et al (2013) who found that the Norwegian students got on average 0.85 units better university grades per unit high school grade. Even for the grade on the master thesis the effect of the high school grade was as strong as 0.76 units better grade per unit high school grade.

Table 2: Results from a regression analysis between high school grades and the grades in basic university courses for engineers. The factor 1.5 means that a student with on average one unit better grades in high school got on average 1.5 units better grades in the university.

All basic courses	Mathematics 1	Physics 1	Computer science 1	Master thesis
1.5	1.7	1.4	1.5	0.76

#### 3.2 Student work load

For student work load, we did not have access to individual data, but we did have average data for each study program from the Studiebarometeret (2014). In figure 1 the average grade of the student's master thesis is plotted against the average non-scheduled work of the students per week. As can be seen there is a weak tendency that the students working more achieve higher grades. However, the work load of the students is positively correlated with their average high school grades so it is hard to discern the effect of talent from the effect of hard work.



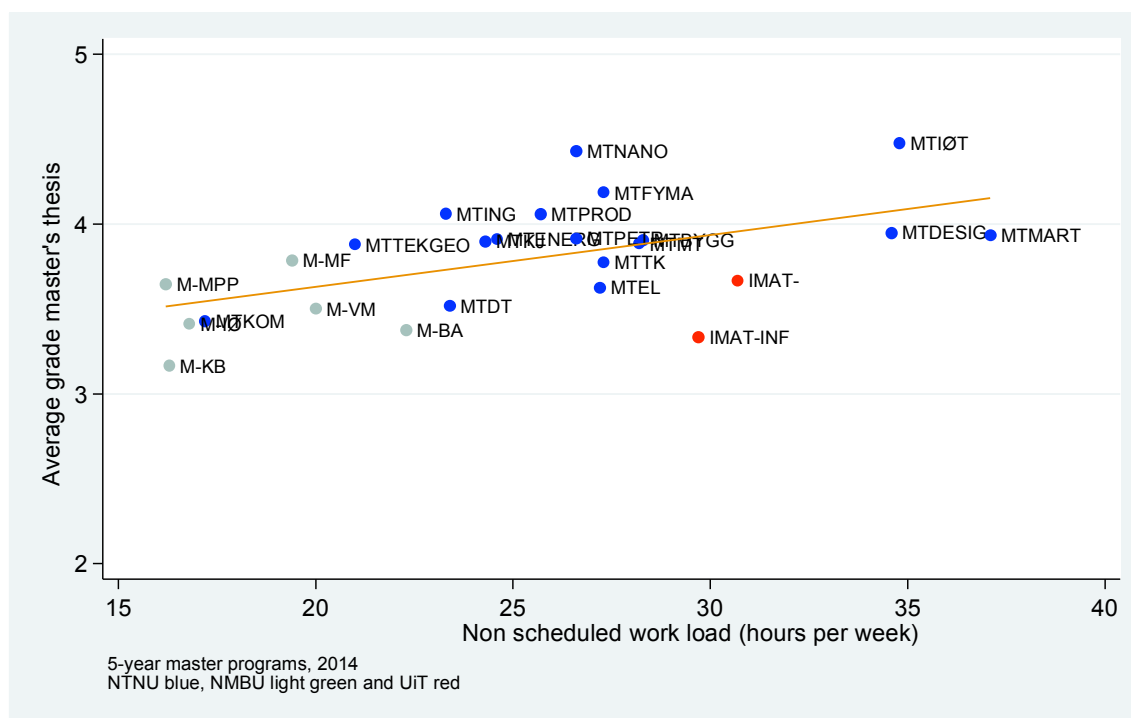


Fig. 1: The effect of self-study time of the students in different study programs on the average grade of the master thesis

### 3.3 Individual grade development throughout five-year programs

Table 3 shows that there is a strong correlation between the grades each individual student achieves throughout his/her studies. The effect is strongest in directly adjacent parts of the study program, but also students who do better in their first year are likely to perform better on their master thesis.

Table 3: Correlation between grades at different stages through the university education for individual students. A number of 0.5 means that if you have on average one unit better grade on a lower level, you will on average do 0.5 units better on the next level.

	Master thesis	Master courses	2. year courses	1. year courses
Master thesis	1			
Master courses	0.48	1		
2. year courses	0.31	0.52	1	
1. year courses	0.28	0.45	0.69	1

### 3.4 Grading differences between stages of studies

In this study, we found that the students consistently get better grades through their studies (Figure 2). This finding is in agreement with what Achen and Courant (2009) found in the United States. They point out that in upper division courses, the students are on average more motivated for and talented in the courses they take and teaching quality is generally better (smaller classes, more interested students and professors). However, Achen and Courant also point out that the motivation for giving good grades in upper level classes can be higher to attract students and to recruit postgraduate students to the research field.

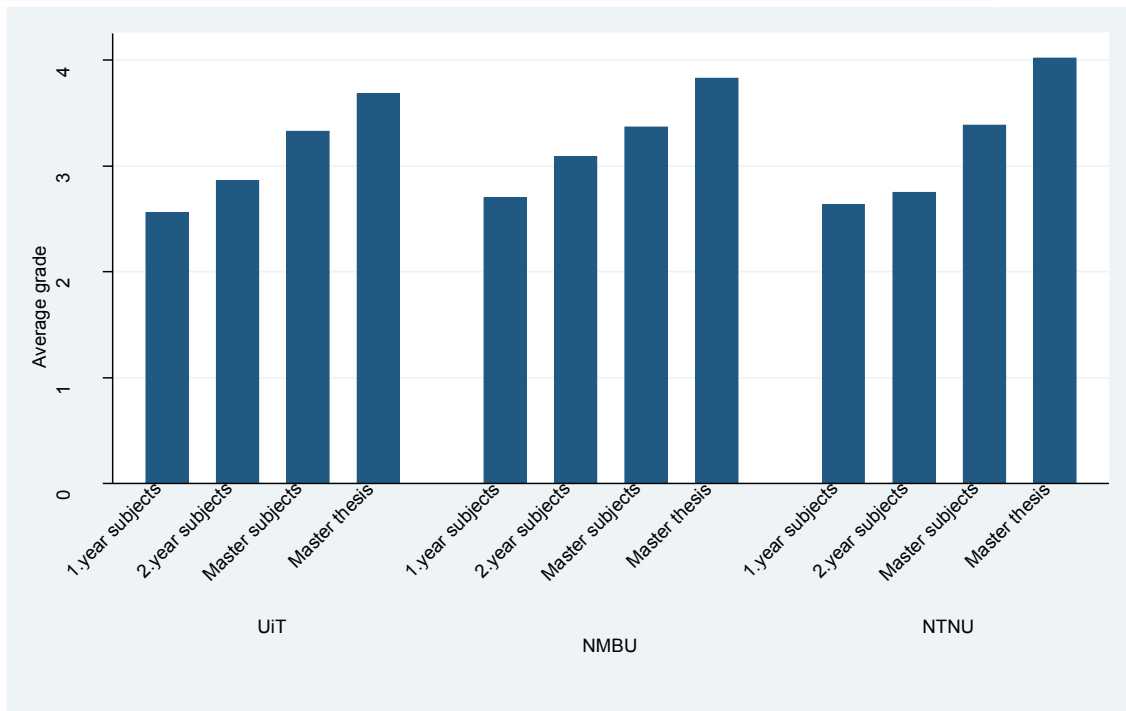
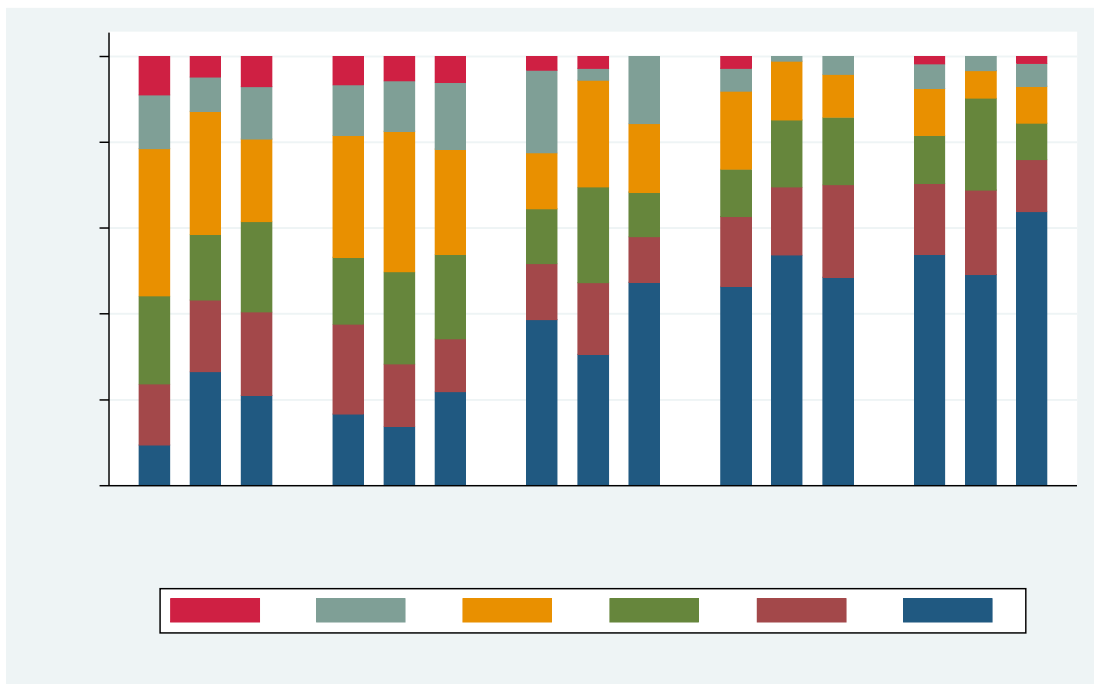


Fig. 2: The average grade awarded in the engineering exams as a function of course level (first year, second year, master level, master thesis) for the three universities UiT, NMBU and NTNU.

### 3.5 The effect of grades on graduation efficiency

Universities and university colleges are facing significant pressure from the government to improve the graduation rate in their programs. One factor which is thought to influence whether a student choose to stay in or leave a certain study program is how well the student perform during the first two semesters. Figure 3 shows that some 40-60% of the students who quit, change study program or have the admission to the study program terminated (due to lack of progress) received an F in their initial mathematics course. As these students are quite talented (since they fulfilled the stringent admissions requirements for engineering programs), this is a strong indication that teaching the students a good study routine and technique so that they do decently early in the studies is an important objective for the universities.



*Fig. 3:* The distribution of grades for students who are active or have graduated and for those who have dropped out or transferred to another study program.

### 3.6 Relative or absolute grading

In Norway the grading system by definition is absolute, i.e. the students shall not be compared to each other but be compared to an outside objective standard for what is to be expected. The use of external examiners and the use of investigations of the grading regimes (UHR's karakterundersøkelser) between the universities in different subject areas are two measures to make grading practice reasonably absolute. However, seen from the perspective of each single professor, it easily happens that the amount and difficulty of the curriculum, and not least the difficulty of the exam is adapted to give a decent spread in results for the students you happen to have. The effect of this is that study programs that receive students with strong grades from high school tend to give tougher exams compared to study programs where the admission requirements are weaker. Strøm et al (2013) documented this well for the entire university sector in Norway: They found that high admission requirements correlated negatively with how easy it is for the students to get good grades at a certain university. Another point of evidence pointing in this direction is the strong impact the average high school grades have on the grades received at university for individual students (1.5 units per unit for basic courses). This effect is not very surprising as the study programs investigated here receive students who have from 4.1-5.2 (on a scale from 1-6, where 6 is best) as average grades for the group and in all cases quite high minimum grades for the individual students (particularly true for NTNU). These students are then spread out over an A-F grade scale with a typically more or less Gaussian distribution around C. Thus a factor of above 1 in the grades at university per grade at high school is expected.

In our data it was observed that this effect may be particularly pronounced for courses with many students. Table 4 shows the outcome of a regression analysis where the effect of the logarithm of the number of students following a course on the average grade, fraction of A and fraction of F was investigated. The model was adjusted for the level of the course, study program and institution. As can be seen courses with more students typically award a lower fraction of A's, more F's and a lower average grade. This may indicate that the probability of relative grading is larger when there are more students, however it is also possible that the teaching quality or effectiveness of teaching is reduced when there are more students.

*Table 4: The effect of the logarithm of student number in a course on the grading of the students*

	Average grade	Fraction A	Fraction F
Number of students (ln)	-0.18	-0.015	0.022

### 3.7 Differences in grading of master thesis between departments

Both on national level (Strøm *et al* 2013) and on international level (Achen and Courant 2009), it has been shown that different departments use the grading scale differently. Both studies find that "hard" subjects like mathematics and physics typically gives out a lower grades compared to more "soft" subjects. Achen and Courant (2009) link this both to the fact that mathematics and physics exams typically are easier to grade, the answer is either right or wrong, but interestingly they also argue that it is easier for a department to give low average grades in compulsory courses as compared to electable courses.

In this study an important objective was to investigate if there are systematic differences in the grading of technology master thesis that cannot be explained by the differences in admission grades of the students. To do so a regression model was made where the arguments were the admission grade of the students and the study program as a binary variable. Figure 4 shows that there are as much as  $\pm 0.4$  grades in difference in the master thesis grades between the programs. This difference could either be understood as some of the programs doing a consistently better job in supervising the master students; however, it seems more likely that the difference is mainly caused by different local traditions in how to use the grading scale. It should be noted that these trends may change with time and in particular change with the new grade definitions introduced for STEM-subjects from the spring of 2014.

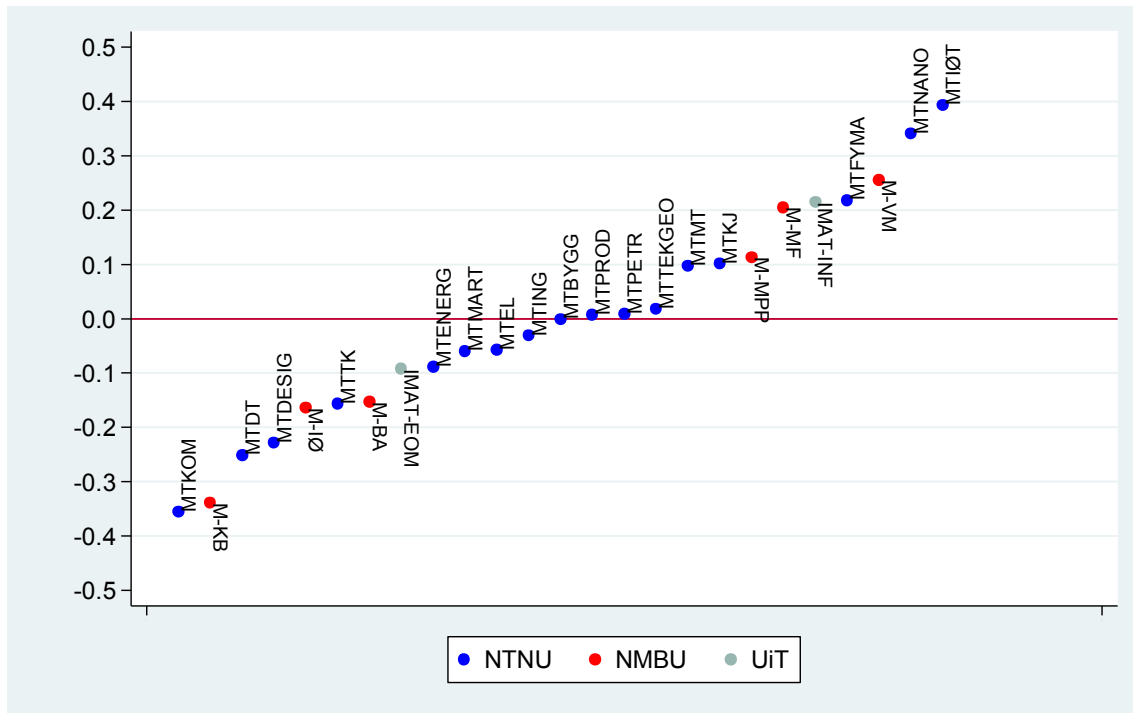


Fig. 4: Program contribution to the grade of the master thesis for the different engineering master programs. A positive score of 0.1 means that the students receive on average 0.1 grade units on their master thesis above what is expected based on their admission grades.

### 3.8 New STEM grade descriptions

In 2014, new grade descriptions were implemented in the STEM area and new instructions distributed to the examiners. The purpose of this was to move towards a fuller use of the grading scale for master theses. A significant reduction in the average grade was found, but the average effect was not strong, only -0.14 grade units (Table 4). Considerable variation between the universities in the effect of implementing this change was also seen.

Table 4: The change in average grade on master theses in 2014 compared to the average for the institution during 2010 to 2013.

	All	HiALS	HiG	HiN	HiT	NMBU	NTNU	UiA	UiS	UiT
Change in average master grade 2014*	<b>-0.14</b>	<b>1.03</b>	<b>-0.61</b>	-0.26	<b>-0.69</b>	<b>-0.53</b>	<b>-0.10</b>	-0.02	-0.08	-0.27

\* Coefficients in bold show a significant change in 2014 compared to the 2010-2013 period.

## 4 CONCLUSIONS

The main factors affecting the grades of Norwegian engineering students have been investigated. The factor influencing the grades of individual students the most is their average grade from high school. A one unit better grade from high school, predicts on average 1.5 units better grades on the first year university courses and 0.76 units better grades on the master theses. We also found strong correlations between the grades received by individual students at different stages during their five years of master studies. This shows that the universities are consistent in the evaluation of good and weak performances across years and subjects.

The strong effect of the student's high school grades also shows that to use the grading system as an absolute grading system (as it is supposed to be), and not a relative one, it is necessary that study programs with strong students on average award better grades and study programs with weaker students on average award poorer grades. This seems not to be the case today (Strøm *et al* 2013).

Another important result is that there are consistent differences between study programs in how master theses are graded. These differences cannot be explained by the student's high school grades. The

most likely explanation is different local cultures in the use of the grading system, however different quality in master student supervision is also a possible factor influencing this result.

The new STEM grade descriptions introduced in 2014 gave a reduction in the average grade awarded of -0.14 grade units. There is significant variation between the institutions in the effect of the new descriptors. This together with systematic differences between study programs in how the grading scale is used should be followed up by each institution.

## REFERENCES

- Achen A.C. and Courant N.P.(2009), "What are grades made of?", *Journal of Economic Perspectives*, 23, pp77-92. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.23.3.77>
- Bauer T.K. and Grave B.S. (2011), "Performance-related Funding of Universities – Does more Competition Lead to Grade Inflation?", *Ruhr Economic Papers*, Nr 288. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1954693](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1954693)
- de Paola M. (2011), "Easy grading practices and supply-demand factors: evidence from Italy", *Empirical Economics*, 41 pp227-246. [https://www.researchgate.net/publication/226998891\\_Easy\\_grading\\_practices\\_and\\_supply-demand\\_factors\\_Evidence\\_from\\_Italy](https://www.researchgate.net/publication/226998891_Easy_grading_practices_and_supply-demand_factors_Evidence_from_Italy)
- Johnson, V.E. (2003), "Grade inflation: A Crisis in College Education". Springer.
- Mjøen, J. and Tjelta M. (2010), "Grading standards, student ability and errors in college admission", *Scandinavian Journal of Educational Research*, 54, pp221-237. <http://dx.doi.org/10.1080/00313831003764503>
- Sabot R. and Wakeman-Linn J. (1991), "Grade Inflation and Course Choice." *Journal of Economic Perspectives*, 5(1): pp159-170. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.5.1.159>
- Strøm B., Falch T., Gunnes T. and Haraldsvik M. (2013), «Karakterbruk i høyere utdanning», SØF-rapport no. 03. [https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kd/karakterbruk\\_og\\_kvalitet\\_i\\_hoyere\\_utdanning.pdf](https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kd/karakterbruk_og_kvalitet_i_hoyere_utdanning.pdf)
- Studiebarometeret (2014): <http://www.studiebarometeret.no/no/>
- Yang H. and Yip C.S. (2003), "An Economic Theory of Grade Inflation. Working Paper" <http://econ.ohio-state.edu/hyang/grade-inflation.pdf>.

# Förändringar i attityder gentemot lärande och ämne under första studieåret vid en civilingenjörsutbildning

Jonas R. Persson,

*Institutt for lærerutdanning, Norges Tekniske og Naturvitenskaplige Universitet, NTNU, Trondheim*

**ABSTRAKT: Studenters attityder(holdninger) till och föreställningar om ämnet och lärande i ämnet kan påverka studieteknik och studieresultat. Vi har studerat förändringar i attityder gentemot problemlösning i fysik under första studieåret av civilingenjörsutbildningarna vid Norges Tekniske og Naturvitenskaplige Universitet (NTNU) med Colorado Learning Attitudes about Science Survey (CLASS). Resultaten visar på en signifikant minskning av expert-liknande attityder, speciellt för kvinnor. Resultaten indikerar ett underliggande problem vid civilingenjörs-utbildningen vid NTNU, som påverkar kvinnliga studenter mer än manliga.**

## 1 INTRODUKTION

Studieresultat hos studenter påverkas av olika faktorer. Studenternas attityder för sitt huvudämne och hur dom exempelvis löser problem har studerats av bland annat Ogilvie (2009). Dessa attityder kan formas redan under tidiga skolår, vilket medför att vissa ämnen inte framstår som intressanta om attityderna är negativa. Positiva attityder bör i motsvarande grad öka valet av dessa ämnen för framtida studier. Men positiva attityder kan vara baserade på naiva föreställningar som i motsvarande grad kan påverka lärandet och resultaten på ett negativt sätt om föreställningarna inte motsvaras av verkligheten (Paulsen & Feldman, 2005).

Attityder har studerats främst inom fysik där undersökningen som fått störst genomslag är CLASS (Adams et al., 2006) med en procentuell beräkning av expert-liknande attityder. Med expert-likande menas de svar som yrkesaktiva fysiker har gett (Adams et al., 2006). Resultat från undersökningar har visat på skillnader mellan hur studenter och universitetslärare tänker (Madsen et al., 2014). Detta visar sig att förändringar sker under studierna och speciellt under första året, där en förändring från initialt expert-likande till mer novis-liknande attityder observerats (Adams et al., 2006; Slaughter et al., 2011; Persson, 2016).

Här rapporterar vi delresultat från en uppföljande studie genomförd två år efter Perssons (2016) studie. Här presenteras nya resultat och resultat för studieprogrammen för Bachelor i fysik (BFy) vid NTNU med de tidigare resultaten (Persson 2016). Frågor som undersöks är: Hur ändras studenternas attityder och föreställningar om fysik och lärande i fysik under det första studieåret vid NTNU? Finns det skillnader mellan könen?

## 2 METOD

Vi har studerat två olika utbildningar som vi presenterar här med avseende på studentgrupp och uppbyggnad.

### 2.1 NTNU - Civilingenjör

Civilingenjörsutbildningen i fysik och matematik vid NTNU (NTNUa, 2016) omfattar 5 års studier där de första två åren består av olika gemensamma obligatoriska ämnen, efter dessa kan studenterna välja mellan tre olika studieinriktningar. Det första året består av tre kurser i matematik, en i generell kemi, en i informationsteknologi inklusive programmering, en generell kurs i filosofi och vetenskapsteori, samt Mekanisk fysik på hösten och Elektromagnetism på våren. Undervisningen i fysikkurserna genomförs med föreläsningar och räkneövningar varje vecka. Räkneövningarna under hösten genomförs i stor sal med alla i studieprogrammet, medan under våren är studenterna indelade i mindre grupper och salar. Detta är en förändring sedan 2013 då det var samma upplägg i båda fysikkurserna. Examen i Mekanisk Fysik består sedan 2015 helt och hållet av beräkningsbaserade flervalsfrågor, medan examen i Elektromagnetism består av några flervalsfrågor (8–10 st.) och utredande räkneuppgifter. Undervisningen i matematik följer i stort samma upplägg som i Mekanisk fysik.

Utbildningen är allmänt ansedd att tillhöra de mest krävande och statusfulla i Norge och bör som en konsekvens attrahera speciellt intresserade och välmotiverade studenter. Utbildningen har en årlig upptagskvot på 95 platser, upptagsgränsen var i 2015, 58,3 poäng i primärkvoten och 57,6 poäng i ordinär kvot. Antalet sökande till utbildningen var totalt 12,6 sökande per plats (2,7 förstahandssökande per plats) 2015. Av de antagna var ca 35 % kvinnor.

## 2.2 NTNU – Bachelor i Fysik

Bachelor studiet i fysik (BFY) vid NTNU (NTNUb, 2016) omfattar 3 års studier där de första två åren består av åtta obligatoriska ämnen. Den första terminen består av två kurser i matematik, en i informationsteknologi med programmering och Mekanisk fysik. Vårterminen består av tre matematikkurser och Elektromagnetism. Undervisningen i fysik är samma som för civilingenjörstudenterna. Upplägget i matematikkurserna för BFy skiljer sig från kurserna i Civilingenjörutbildningen med obligatoriska inlämningsuppgifter och övningar i mindre grupper. Matematikkurserna under höstterminen innehåller i tillägg en mitt-termins-examen som räknas till 20% av slutresultatet på kursen. Utbildningen har en årlig upptagskvot på 40 platser, upptagsgränsen var i 2015, 53,9 poäng i primärkvoten och 53,5 poäng i ordinär kvot. Antalet sökande till utbildningen var totalt 18,6 sökande per plats (3,0 förstahandssökande per plats) 2015. Av de antagna var ca 23 % kvinnor.

## 2.3 CLASS undersökningen

CLASS undersökningen är uppbyggd av 42 frågor, där svar på olika påståenden som exempelvis, «När jeg løser en fysikkoppgave, leter jeg etter en formel som bruker de variablene som fins i oppgaven og setter inn verdiene.» och «Jeg bruker ikke mer enn fem minutter på en fysikkoppgave, har jeg ikke funnet løsningen før det gir jeg opp eller ber noen andre om å hjelpe meg.», ger en bild av de attityder och föreställningar som studenterna har rörande fysik och lärande i fysik. Alla påståenden markeras på en 5 gradig Linkert skala från helt oenig till helt enig med det aktuella påståendet. I behandlingen av studenternas svar reduceras dessa till en tre-gradig skala: oenig, neutral och enig.

Frågorna i undersökningen är baserade på arbetssätt och förhållningssätt och inte på ämneskunskaper. Detta medför att undersökningen kan användas under hela utbildningen.

Utifrån de olika påståendena kan man skapa olika tematiska kategorier, där några påståenden passar in i flera kategorier. Här är det tre kategorier som är speciellt intressanta: Problemlösning; Generell; Självförtroende och Förfining som vi presenterar resultaten för.

CLASS undersökningarna gavs till studenterna i början och slutet av studieåret 15/16 i samband med föreläsningar. Undersökningen var frivillig och anonym. Pre-testen besvarades av 115 studenter, medan post-testen besvarades av 73 studenter. Antalet svar vid post-testen är lägre och kan förklaras av att antalet som möter till föreläsning under terminen minskar och att studenter avslutar studierna. Detta ger en osäkerhet och ökar den statistiska osäkerheten. Man bör även adressera problematiken med vilka som avslutar studierna. Man kan anta att de studenter som avslutar studierna inte haft en hög andel expert-liknande svar. Detta medför att resultaten i post-studien troligen ger en underskattning av skiftet. Alla skillnader som detekteras har genomgått en oavhängig student t-test för att testa deras signifikans.

## 3 RESULTAT

Undersökningen genomfördes för två olika grupper; Civilingenjörstudenter (CIng) och Bachelorstudenter i fysik vid NTNU (BFy). Resultaten presenteras för grupperna som helhet, samt för män och kvinnor separat (antalet kvinnor i BFy gruppen var för lågt för att möjliggöra en jämförelse), med andelen positiva svar för alla frågor, samt inom de olika kategorierna. Motsvarande resultat från undersökningen vid NTNU 2013 (Persson, 2016) presenteras samman med resultaten i den aktuella studien.

I figur 1 visas den totala andelen expert-likande svar i pre- och post testerna för de olika grupperna. Det är ingen statistiskt signifikant skillnad mellan grupperna i pre-testen. Vi ser dock statistiskt signifikanta skillnader mellan CIng 2015 och de övriga grupperna i post-testen. Skillnaden med BFy visar en hög grad av signifikans, medan jämförelsen med undersökningen vid CIng 2013 är signifikant i något mindre grad. Det generella skiftet från expert-likande svar vid CIng 2013 och 2015 är notabel och har observerats vid andra undersökningar, men då för studenter som inte har fysik som

huvudämne (Madsen et al. 2014). Detta kommer att studeras i detalj när det gäller problemlösningskategorierna.

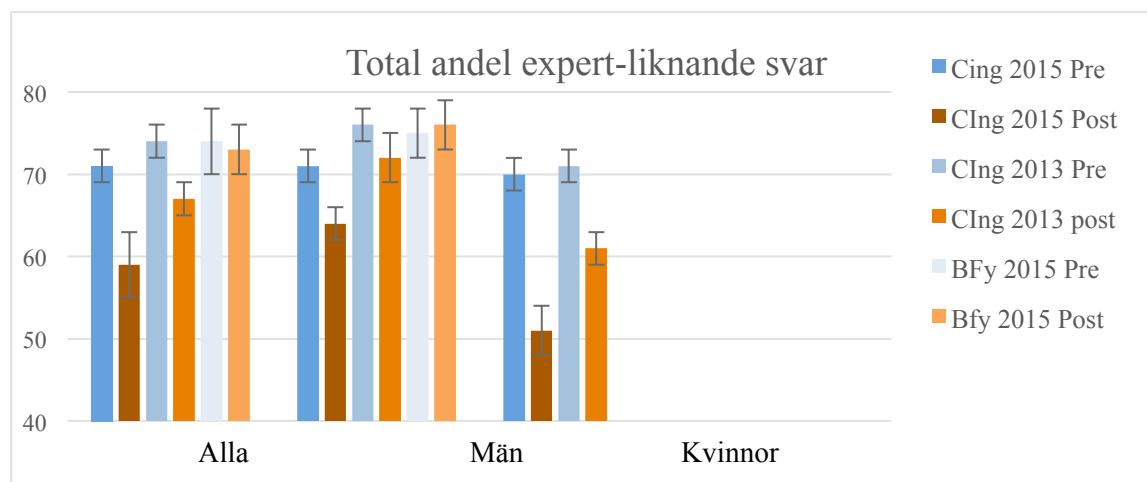


Fig. 1 Totala andelen expert-liknande svar (%) i CLASS för olika studieprogram och år

Tittar vi på resultaten för män och kvinnor vid CIng 2015 ser vi ingen statistisk skillnad i pre-testen men en stor statistisk skillnad i posttesten, samtidigt som andelen expert-liknande svar faller kraftigare för kvinnor. Detta är en klar indikation på att det första årets studier vid NTNU är mer kritiska för kvinnor än för män och något som observerats av Persson (2016).

### 3.1 Problemlösning

Då problemlösning är intressant beaktar vi andelen expert-likande svar i dessa kategorier. Då vi har tre olika grupper väljer vi även att göra en jämförelse baserad på könen i de grupper där det är möjligt. I figur 2 presenteras resultaten för CIng 2015 respektive 2013. Det är en statistisk signifikant skillnad mellan könen rörande problemlösning både i pre och post testen, med en ökande signifikant skillnad i post-testen för kvinnorna, där skiften är till storleken nästan dubbelt så stora som 2013. Vi ser inte motsvarande stora skift hos männen även om skiften är större 2015.

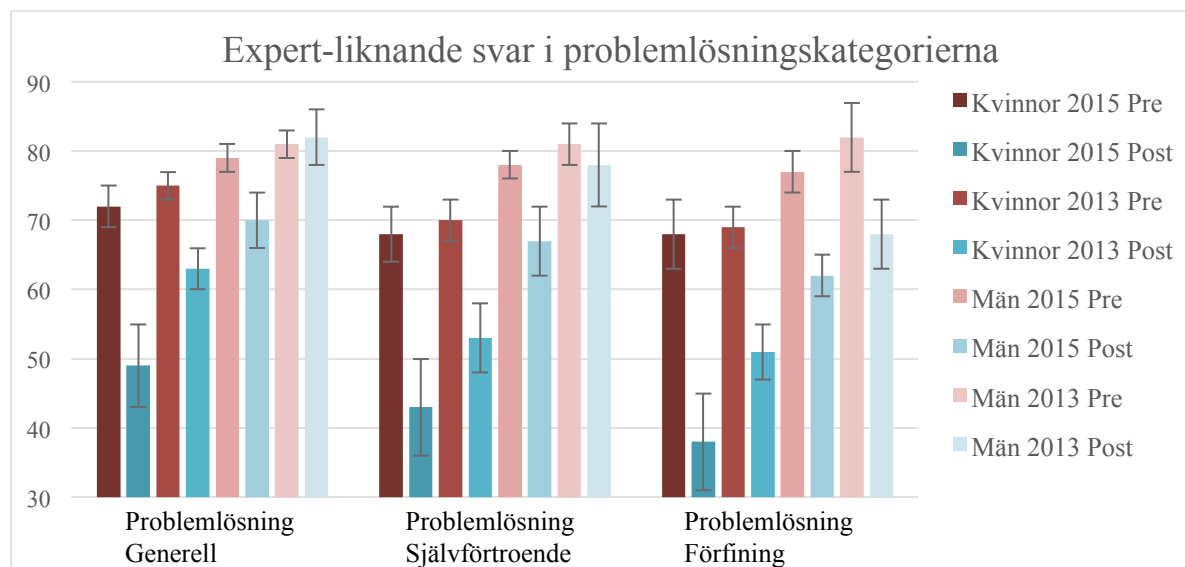


Fig. 2 Andelen expert-likande svar (%) för män och kvinnor i Civilingenjörstudiet i olika kategorier

### 3.2 Skillnader mellan Civilingenjörstudenter och BFy-studenter vid NTNU

Skiften indikerar att det kan finnas en underliggande problematik, för att undersöka detta jämför vi svaren från män i CIng och BFy (figur 3). CIng uppvisar signifikanta negativa skift medan skiften i BFy är positiva i två fall men negativ i den tredje, men bara svagt eller inte signifikanta. Detta indikerar på en grundläggande skillnad mellan studierna, inte bara ett könsrelaterat problem utan något som har sin grund i studiernas uppbyggnad.



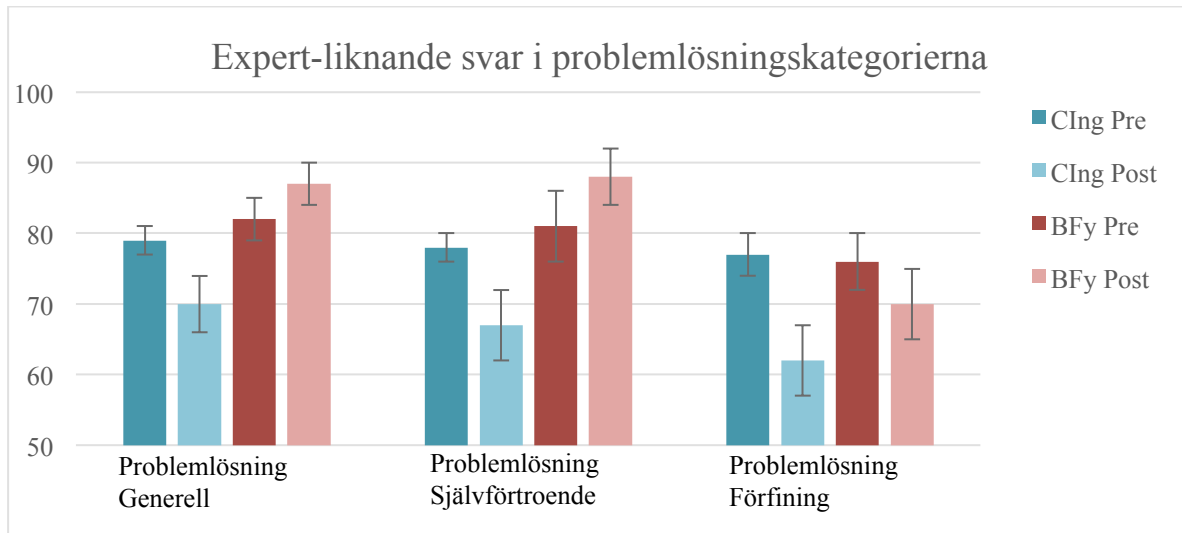


Fig. 3 Andelen expert-liknande svar (%) i CLASS för män i olika kategorier mellan CIng och BFy.

#### 4 SLUTSATSER

Förändringar i studenters expert-liknade svar under det första årets studier har dokumenterats i ett antal olika studier (Adams et al., 2006, Madsen et al., 2014, Slaughter et al., 2011, Persson, 2016). Resultatet av undersökningarna i denna studie visar på likartade resultat. Vi ser en skillnad mellan olika studier och kön. Den allmänna trenden med höga expert-likande svar i pre-testen kvarstår och framstår som liggande på en hög nivå internationellt sett. Skiften vi ser hos civilingenjörstudenterna vid NTNU motsvarar dock inte motsvarande skift på jämförbara utbildningar utan är mer lika skiftet hos studenter som inte har fysik som huvudämne (non-majors i fysik). Skiften som observerats är störst hos kvinnliga civilingenjörstudenter och större än något som observerats i andra studier (Adams et al., 2006, Kost et al. 2009). De manliga studenterna uppvisar ett mindre skift, men även detta är oroväckande. Då motsvarande skift inte kan ses hos BFy-studenter indikerar detta att det i tillägg till könsrelaterade problem även finns ett underliggande problem i studiet, något som ser ut att drabba kvinnor i högre utsträckning.

Persson (2016) föreslog att skillnaderna mellan män och kvinnor till delar kan förklaras genom hur undervisningen är organiserad, exempelvis om konceptuell förståelse inte står i fokus, eller om problemlösningen till stor del är baserad på "standard-problem". Detta då män generellt har en mer problemlösningssinriktad studieorientering, medan kvinnorna har en mer förståelseinriktad studieorientering. Detta kan göra att förändringar i hur problemlösning behandlas kan drabba kvinnor mer än män, då en förändring skett i hur räkneövningarna i höst-terminens fysikkurs organiserats sedan Perssons (2016) studie kan vara en förklaring. Det som talar mot detta är att BFy-gruppen har haft samma upplägg i fysikkurserna. Det finns dessutom en skillnad i vilka matematikkurser som de olika studieprogrammen går, där matematikundervisningen för civilingenjörstudenterna har reformerats. Frågan är hur mycket det har påverkat studenternas attityder i fysik.

Den aktuella undersökningen visar att det finns problem när det gäller utvecklingen av attityder hos kvinnliga, och till viss del även manliga civilingenjörstudenter i Matematik och Fysik vid NTNU, något som kan vara en bidragande orsak till avbrutna studier. Med de förändringar som skett går det inte att säga vad de grundläggande orsakerna är, hur allvarliga de är och hur de skall kunna åtgärdas. För att möjliggöra detta måste fördjupade och återkommande studier genomföras med möjligheter att genomföra djupgående intervjuer.

#### REFERENCES

- Adams, W. K., Perkins, K. K., & Podolefsky, N. S. (2006). A new instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics the Colorado Learning Attitudes about Science Survey. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 2, 010101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.010101>

- Kost L.E., Pollock S.J. and Finkelstein N.D. (2009), Characterizing the gender gap in introductory physics *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 5, 010101 <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.010101>
- Madsen A., McKegan, S.B. and Sayre, E.C. (2014) How Physics instruction impacts students' beliefs about learning physics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 11, 010115 <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.010115>
- NTNUa (2016), <http://www.ntnu.no/studier/mtfyma> 2016-05-24
- NTNUb (2016), <http://www.ntnu.no/studier/bfy> 2016-05-24
- Ogilvie, C. A. (2009). Changes in students problem-solving strategies in a course that includes context-rich, multifaceted problems. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 5, 020102. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.020102>
- Paulsen, M. B & Feldman, K. A. (2005). The conditional and interactional effects of epistemological beliefs on the self-regulated learning of college students: Motivational strategies. *Research in Higher Education*, 46, 731–768. <https://doi.org/10.1007/s11162-004-6224-8>
- Persson, J.R. (2016). Ändringar i attityder och föreställningar hos första års-studenter i civilingenjörsutbildningen i fysik och matematik vid NTNU. *UNIPED*, vol. 39, no 1-2016, 37-46. <https://doi.org/10.18261/issn.1893-8981-2016-01-04>
- Slaughter, K. A., Bates, S. P. & Galloway, R. K (2011). The changes in attitudes and beliefs of first year physics undergraduates: A study using the CLASS survey. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education* 19, 29-42.

# Norway's gender gap: classroom participation in undergraduate introductory science

Cissy Ballen<sup>1,2</sup>, Marie Danielsen<sup>3</sup>, Christian Jørgensen<sup>3</sup>, John-Arvid Grytnes<sup>3</sup>, and Sehoya Cotner<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>*Department of Biology Teaching and Learning, University of Minnesota, Minneapolis, MN, USA*

<sup>2</sup>*E-mail: balle027@umn.edu*

<sup>3</sup>*Department of Biology, University of Bergen, Bergen, Norway*

<sup>4</sup>*BioCEED Centre of Excellence in Biology Education*

**ABSTRACT:** To assess the extent that gender disparities exist at the undergraduate level in STEM, we analyzed participation in three large introductory biology classes in Norway, a country with one of the highest ratings of gender equality in the world. Biology 100 is a traditionally taught lecture course for first year students that has one instructor, and employs diverse pedagogical techniques to increase engagement. Biology 102A and 102B are two immersive field courses for second year students; classes often take place in atypical teaching venues both indoors and outside. In Biology 100 and Biology 102B, we discovered that women participate less than would be expected given their numerical dominance, matching results from similar research conducted in the United States. In Biology 102A women participate the amount that would be expected given their numbers, and in no instances did we observe women speaking significantly more than would be expected. We discuss our results in the context of female success in STEM. If gender gaps in participation and performance are mutually reinforcing, educators seeking to promote women should address both factors simultaneously to maximize student achievement. Effective interventions are of critical importance for women in science, and have strong implications for the achievement of equity in STEM disciplines.

## 1 INTRODUCTION

Gender differences in performance and perceptions within STEM continue to be widespread globally, influencing the retention and success of women across disciplines. Increasing evidence suggests social conditioning and 'chilly' classroom environments have a larger influence on women than do traditional biologically-based explanations, which hold little support (1-3). Still others point to 'a lack of enlightened policies' and gender-equal cultures contributing to the gender gap (4-6). In the United States, where the majority of STEM equity research has occurred, women enter STEM fields as undergraduates with lower academic confidence (7, 8), weaker identities as scientists (9-12), and generally, lower numeric representation in the classroom (13, 14). Throughout the undergraduate experience, women in STEM are more likely to face subtle bias from their peers and faculty that may have lasting negative impacts (15-17). The outcome is high female attrition along the STEM pathway, such that at the faculty level, only one third across geoscience and life science disciplines are women (18). This further disadvantages female undergraduates, who disproportionately benefit by having women in positions of authority within their discipline; female faculty are more likely to serve as mentors for women (19), and their presence increases female students' confidence in their ability to do science (7), science identities (20), and their performance (21-24) and persistence (25) in STEM.

It is commonly assumed that biology does not suffer from the same gender gap as other male-dominated STEM disciplines because women consist of approximately 60% of all undergraduate biology students (26, 27). However, the clear decline in the proportion of women at postgraduate levels suggest otherwise, with men outnumbering women at the postdoctoral level and even fewer women obtaining faculty positions or STEM jobs relative to males (28, 29).

Recent research points to the possibility that increasing domestic gender equality may reduce or ameliorate the STEM gender gap. For instance, one international study involving more than half a million participants showed the gender gap in science and math was more pronounced in countries that scored higher in an Implicit Bias Test, which evaluates the extent that people associate science with males more than with females (6). Thus, we questioned whether the gender differences documented in the United States would also be present in large universities located in more gender-equal nations. The

World Economic Forum (2015) lists Norway as a global leader in gender equity according to indices including equal pay for women, access to education, and political representation in parliament. However, even in Norway, women decline in representation at the faculty level in biological disciplines (30). Do women in undergraduate biology in Norway face the same inequities as women elsewhere that lead to the decision to leave the field? We explore one of the ways in which this may begin to manifest: whole-class participation in large, lower-division biology courses. To test this question, we document classroom behaviors of men and women across different biology courses in Fall 2016 using a protocol that characterized 7 different types of in-class participation.

## 2 METHODS

### 2.1 Classroom observations

Our observation protocol characterized classroom participation by quantifying types of interactions that occurred over an approximately 50-minute class period, and noting the gender of students who participated. Observers sat at the back row and were indistinguishable from an ordinary student. If observers detected any ambiguity with respect to student gender identity, they asked the instructor for clarification. We acknowledge that gender is a fluid, complex identity and that some individuals do not identify with being either male or female, and others identify as a blend of both. However, for the purposes of the current study we identify students as either male or female. For the analyses, we combined interactions into two categories following the statistical methods of Eddy and Brownell (2014): 1) asking a spontaneous question or making a comment and 2) volunteering an answer following an instructor-generated question (*Table 1*). We only included instructors who had a total of five or more students interact in any of the pooled categories across a minimum of three observed class sessions. This led to the exclusion of one interaction category for Biology 102B. Two different research assistants observed the three classes, and were prior to data collection trained in the protocol we developed for this study. The two research assistants then observed two 50 minute classes together in order to test for inter-rater reliability. Observers demonstrated identical observation records.

### 2.2 Student population

University of Bergen (UiB) is a public university located in Bergen, Norway. Our study focused on two lower division biology courses that are required of all biology majors and attended primarily by students in their first (Biology 100: Introduction to Evolution and Ecology) or second (Biology 102: Organismal biology) year at UiB. In Fall 2016, Biology 101 took place on campus in a traditional lecture hall. The gender composition of Biology 101 was 58% female. Biology 102 is a field course that took place at The Heathland Centre at Lygra, an island off the west coast of Norway. Due to logistical and housing constraints, approximately half of the class (Biology 102A; 47% female) attended the field course during the first week and the other half of the class (Biology 102B; 61% female) attended the field course during the second week.

<b>Pooled category name</b>	<b>Scored in-class interaction</b>	<b>Description of student-instructor interaction</b>
Spontaneous question or comment	<i>Individual spontaneous comment or question</i>	An unprompted response. When a student makes a comment or asks a question without being requested to do so by the instructor.
	<i>Spontaneous call post-Think Pair Share</i>	A non-voluntary response. Instructor calls <i>randomly</i> on a group after they discuss a posed question.

Volunteer response	<i>Individual volunteer response</i>	A voluntary response. Instructor poses a question and an individual raises their hand to answer without conferring with their group.
	<i>Volunteer response post-Think Pair Share</i>	A voluntary response. Instructor poses a question, students confer, and a student answers the question.
	<i>Volunteer response post-Think Pair Share and iclicker</i>	A voluntary response. Instructor poses a question, students confer, students answer question using an iclicker, and a student answers the question (either after the instructor shows the answer or before). The difference between this response and the 'post-TPS' response (above) is in this scenario, students have committed to an answer before responding.

*Table 1.* In-class observers scored student-instructor interactions using five different categories. We use the term *Think Pair Share* to describe when an instructor poses a question, allows for students to discuss the question with their group or with a partner, and then calls on a group to share their answer. The term *iclicker* describes any personal response system that students use after the instructor poses a multiple-choice question on the overhead projector. Students use iclickers to 'vote' for which answer they think is correct (A, B, C, or D). We pool these five characterizations into either 'spontaneous question or comment' or 'volunteer response' for purposes of analyses.

### 2.3 Statistical analysis

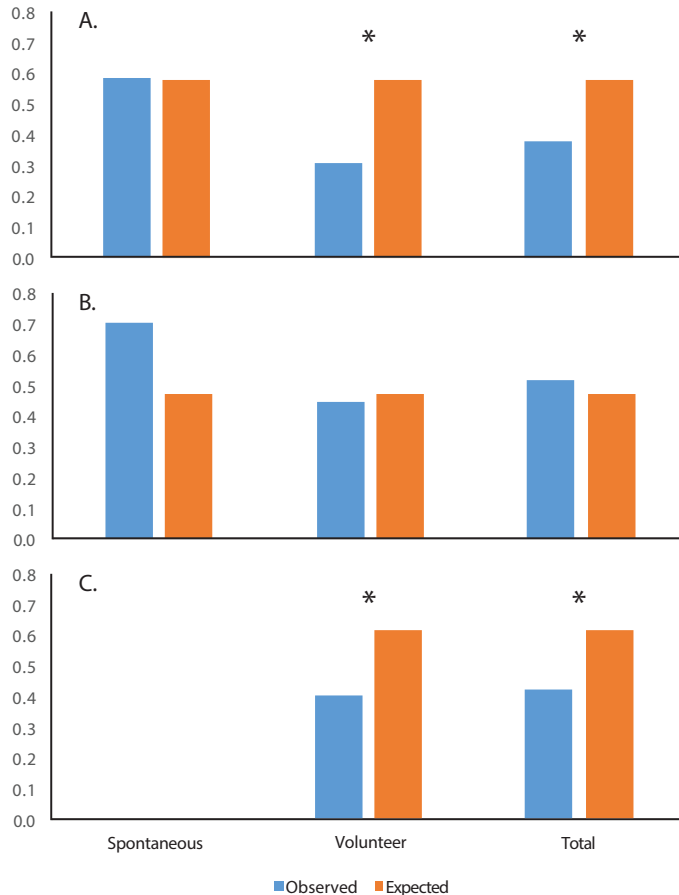
We ran analyses separately for each type of student-instructor interaction (spontaneous question or comment and volunteer response) and all combined interactions for each class. Because Biology 102 is taught in two sections, one week each, we analysed those classes separately (Biology 102A and Biology 102B). To assess whether there are gendered patterns in response to each interaction type, we employed a one-sample t-test to examine whether the proportion of female interactions in a class is more or less than one would expect (given the number of women in the class) in each type of interaction individually, and then all interactions combined. We used SPSS version 24 to conduct all statistical analyses.

## 3 RESULTS

In Fall 2016, we observed 89 interactions in Biology 100 across six class periods; in Biology 102A we observed 37 interactions across three class periods and for 102B we observed 38 interactions across three class periods. In Biology 100 there were 102 women and 75 men in the classroom, and we did not find a significant difference between the amount of women enrolled in the class (58%) and the number of questions asked or comments made spontaneously (i.e. without being prompted by the instructor) by females (14 out of 24;  $t(23) = -0.03$ , 2-tailed  $p = 0.974$ ). However, the number of volunteer responses attributed to females (20 out of 65) was significantly lower ( $t(64) = 4.72$ ,  $p < 0.0001$ ) than would be expected based on the number of females in the classroom. In other words, when the instructor posed a question directed at students, women were less likely to raise their hand with an answer than men. Combined, the total number of women who spoke in the classroom across the observed class periods was significantly lower than expected based on the women who were in the classroom (34 out of 89;  $t(88) = 3.82$ ,  $p < 0.0001$ ; Figure 1).

In Biology 102A there were 22 women and 24 men who participated on the first week of the field course; there were 27 women and 17 men who were present the second week of the field course. For Biology 102A we did not find a significant difference between the amount of women enrolled in the class (47%) and the number of spontaneous questions asked or comments made by females (7 out of 10;  $t(9) = -1.51$ , 2-tailed  $p = 0.166$ ) or the number of volunteer responses attributed to females (12 out of 27;  $t(26) = 0.26$ , 2-tailed  $p = 0.795$ ). When we combined these values, the total number of women who spoke during that section of the field course across observations approximately matched the proportion of women who were present (19 out of 37;  $t(36) = -0.52$ , 2-tailed  $p = 0.605$ ; Figure 1). In

Biology 102B we only observed three instances of spontaneous comments and questions, and so we do not report the analysis here. However, we did find a significant difference between the amount of women enrolled in the class (61%) and the number of voluntary responses made by females (14 out of 35;  $t(34) = 2.50$ , 2-tailed  $p = 0.017$ ). Combined, the total number of women who spoke in whole-class discussions across the observed classes during the second part of the field course was significantly lower than expected based on the women who were on the course (16 out of 38;  $t(37) = 2.33$ , 2-tailed  $p = 0.025$ ; Figure 1).



*Figure 1.* Contrasts of observed (blue bars) and expected (orange bars) proportions of female participants in whole-classroom discussions in three introductory biology courses: **A)** Biology 100, **B)** Biology 102A, and **C)** Biology 102B. We show data on students' spontaneous comments or questions, volunteer responses, and the total proportion of interactions between a student and instructor that are female. In panels A and C females contributed significantly less than would be expected given the proportion of women in the class, and we found no difference between observed and expected female participants in panel B. Note missing columns in panel C are due to insufficient in-class observations. \* $p < 0.05$

#### 4 DISCUSSION

We examined whether gender biased participation occurs in two large Norwegian biology courses, which take place in two drastically different settings: in a large traditional lecture theater in Bergen and a remote field setting. We found that in two out of three classes, females in whole-class discussions participated less frequently than would be expected based on the gender composition of the classes. We did not find any examples of gender bias reversals, where women spoke significantly more than men. While our results have broad implications, conclusions from the current study have several limitations. First, observers only evaluated a subset of all class periods, and so future semesters of observation, both at University of Bergen and elsewhere, will be required to generate a robust dataset in order to test the generality of these effects in undergraduate biology across Norway. Our

findings support the only previous study that examines participation and gender in an undergraduate STEM classroom (24) by demonstrating gender disparities in participation in whole-class discussions in biology. It also supports additional survey data in the United States from female students in biology, engineering, and chemistry courses who also self-report lower participation rates (31). Other studies across disciplines show conflicting results (31-33), and findings will likely vary across classroom environments based on instructor gender (7, 33), pedagogy (34, 35), discipline (13, 14, 36), and in-class group dynamics (15, 37, 38).

Our results suggest that in Norway, like the United States, women's voices are underrepresented in the classroom. Thus, we are the first study to suggest that despite a relatively gender equal society, women still face similar academic challenges as women elsewhere in the world. Future research will profit from a thorough examination of whether male students outperform females in other metrics of success at the undergraduate level in Norway, and whether there are lasting consequences. Research may also focus on underlying mechanisms that lead to observed gaps in participation. In the United States, one common explanation is stereotype threat, or the fear of conforming to a negative stereotype associated with one's social, racial, ethnic, or gender group (6, 39-41). For example, females tend to underestimate their math ability and overestimate how much ability is required to succeed at higher levels (42). Males, on the other hand, overestimate their math ability to be higher than comparable females' ability (42). And even subtle priming can reduce females' math performance in a test-taking environment. When asked to identify their gender *before* starting the SAT Advanced Calculus test, females score significantly lower than their female peers who are asked to check the gender box after the test (43, 44).

A multitude of documented approaches effectively reduce threat and create more inclusive environments for historically underrepresented students. Empirically validated interventions include the removal of cues that trigger stereotype threat (45-47), the use of positive role models (48-50), the use of values affirmation (51-54), and the emphasis on growth mindset theories about intelligence and achievement (55). Many of these interventions have been tested in controlled settings, external to the class environment, and many have yet to be applied in a large-scale, practical manner. Future research will benefit from integrating these interventions into introductory courses and quantifying their effects on metrics such as participation.

A significant gender gap in participation is a problem in the classroom. Those who speak in class exert larger influence on their peers, and the normalization of men speaking significantly more than women in science at the undergraduate level may influence what males and females consider 'normal' interaction between scientists farther along the academic pathway: in lab meetings as graduate students, at conferences as postdocs, and in departmental seminars as faculty. The causes and consequences of this demonstrated gap will require further investigation, but may have lasting impacts on females' scientific identity and long-term decision to remain in science.

## 5 ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Iselin Partee for help with data collection; Oddfrid T. Kårstad Førland, Vigdis Vandvik, and Lucas Jenø for additional support. This research was approved by NSD Prosjektnr 46727, and funded by the Centre of Excellence in Biology Education (bioCEED) at University of Bergen and the Department of Biology Teaching and Learning at the University of Minnesota. Cissy Ballen was supported by a Research Council of Norway Mobility Grant (proposal no. 261529) awarded to S. Cotner.

## REFERENCES

- [1] Hedges, LV, and Nowell, A (1995), Sex differences in mental test scores, variability, and numbers of high-scoring individuals, *Science*, Vol. 269, No. 5220, pp. 41.
- [2] Kimura, D (2000), *Sex and cognition*, (MIT press). 230 pp.
- [3] Hall, RM, and Sandler, BR (1982) *The Classroom Climate: A Chilly One for Women?* in *Washington, DC: Project on the Status and Education of Women, Association of American Colleges*.
- [4] Guiso, L, Monte, F, Sapienza, P, and Zingales, L (2008), Culture, gender, and math, *Science*, Vol. 320, No. 5880, pp. 1164.
- [5] Córdova, FA (2016), Intentional equity, *Science*, Vol. 353, No. 6298, pp. 427.

- [6] Nosek, BA, *et al.* (2009), National differences in gender–science stereotypes predict national sex differences in science and math achievement, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 106, No. 26, pp. 10593-10597.
- [7] Cotner, S, Ballen, C, Brooks, DC, and Moore, R (2011), Instructor gender and student confidence in the sciences: a need for more role models, *Journal of College Science Teaching*, Vol. 40, No. 5, pp. 96-101.
- [8] Johnson, DR (2012), Campus racial climate perceptions and overall sense of belonging among racially diverse women in STEM majors, *Journal of College Student Development*, Vol. 53, No. 2, pp. 336-346.
- [9] Espinosa, L (2011), Pipelines and pathways: Women of color in undergraduate STEM majors and the college experiences that contribute to persistence, *Harvard Educational Review*, Vol. 81, No. 2, pp. 209-241.
- [10] Fennema, E, and Peterson, PL (1985), Autonomous learning behavior: A possible explanation of sex-related differences in mathematics, *Educational Studies in Mathematics*, Vol. 16, No. 3, pp. 309-311.
- [11] Clance, PR (1985), The impostor phenomenon: Overcoming the fear that haunts your success, (Peachtree Pub Ltd).
- [12] Newsome, JL (2008), The chemistry PhD: The impact on women’s retention, *A report for the UK Resource Centre for Women in SET and the Royal Society of Chemistry*, pp. 1-38.
- [13] Beede, D, *et al.* (2011), Women in STEM: A Gender Gap to Innovation, *Economics and Statistics Administration Issue Brief*, Vol. 4, No. 11, pp. 1-11.
- [14] Larivière, V, Chaoqun Ni, YG, Cronin, B, and Sugimoto, CR (2013), Global gender disparities in science, *Nature*, Vol. 504, No. 7479, pp. 211-213.
- [15] Grunspan, DZ, *et al.* (2016), Males under-estimate academic performance of their female peers in undergraduate biology classrooms, *PLoS ONE*, Vol. 11, No. 2, pp. 1-16.
- [16] Moss-Racusin, CA, Dovidio, JF, Brescoll, VL, Graham, MJ, and Handelsman, J (2012), Science faculty’s subtle gender biases favor male students, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 109, No. 41, pp. 16474-16479.
- [17] Greenwald, AG, and Krieger, LH (2006), Implicit bias: scientific foundations, *California Law Review*, Vol. 94, No. 4, pp. 945-967.
- [18] Ceci, SJ, Ginther, DK, Kahn, S, and Williams, WM (2014), Women in academic science A changing landscape, *Psychological Science in the Public Interest*, Vol. 15, No. 3, pp. 75-141.
- [19] Sheltzer, JM, and Smith, JC (2014), Elite male faculty in the life sciences employ fewer women, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 111, No. 28, pp. 10107-10112.
- [20] Young, DM, Rudman, LA, Buettner, HM, and McLean, MC (2013), The influence of female role models on women’s implicit science cognitions, *Psychology of Women Quarterly*, Vol. 37, No. 3, pp. 283-292.
- [21] Haley, MR, Johnson, MF, and Kuennen, EW (2007), Student and professor gender effects in introductory business statistics, *Journal of Statistics Education*, Vol. 15, No. pp. 1-19.
- [22] Hoffmann, F, and Oreopoulos, P (2009), A professor like me: the influence of instructor gender on college achievement, *Journal of Human Resources*, Vol. 44, No. 2, pp. 479-494.
- [23] Carrell, SE, Page, ME, and West, JE (2009) Sex and science: How professor gender perpetuates the gender gap. National Bureau of Economic Research, No. 14959.
- [24] Eddy, SL, Brownell, SE, and Wenderoth, MP (2014), Gender gaps in achievement and participation in multiple introductory biology classrooms, *CBE-Life Sciences Education*, Vol. 13, No. 3, pp. 478-492.
- [25] Griffith, AL (2010), Persistence of women and minorities in STEM field majors: Is it the school that matters?, *Economics of Education Review*, Vol. 29, No. 6, pp. 911-922.
- [26] Luckenbill-Edds, L (2002), The educational pipeline for women in biology: No longer leaking?, *Bioscience*, Vol. 52, No. 6, pp. 513-521.
- [27] Amelink, C (2009), Literature overview: Gender differences in science achievement, *Society of Women Engineers - Assessing Women & Men in Engineering Center for Advancement of Scholarship in Engineering Education Overviews*, pp 1-22.
- [28] Handelsman, J, *et al.* (2005), More women in science, *Science*, Vol. 309, No. 5738, pp. 1190-1191.



- [29] Beede, DN, *et al.* (2011), Women in STEM: A gender gap to innovation, *Economics and Statistics Administration Issue Brief*, No. 04-11, pp. 1-11.
- [30] Hole, TN, *et al.* (2016) *bioCEED Survey 2015* (Retrieved from University of Bergen, Bora - Bergen Open Research Archive: <http://hdl.handle.net/1956/11952>).
- [31] Crombie, G, Pyke, SW, Silverthorn, N, Jones, A, and Piccinin, S (2003), Students' perceptions of their classroom participation and instructor as a function of gender and context, *The journal of higher education*, Vol. 74, No. 1, pp. 51-76.
- [32] Howard, JR, and Henney, AL (1998), Student participation and instructor gender in the mixed-age college classroom, *Journal of Higher Education*, Vol. No. pp. 384-405.
- [33] Cornelius, RR, Gray, JM, and Constantinople, AP (1990), Student-faculty interaction in the college classroom, *Journal of Research & Development in Education*.
- [34] Shackelford, J (1992), Feminist pedagogy: A means for bringing critical thinking and creativity to the economics classroom, *The American Economic Review*, Vol. 82, No. 2, pp. 570-576.
- [35] Rodriguez, I, Potvin, G, and Kramer, LH (2016), How gender and reformed introductory physics impacts student success in advanced physics courses and continuation in the physics major, *Physical Review Physics Education Research*, Vol. 12, No. 2, pp. 020118.
- [36] Cheryan, S, Ziegler, SA, Montoya, AK, and Jiang, L (2016), Why Are Some STEM Fields More Gender Balanced Than Others?, *Psychological Bulletin*, Vol. 143, No. 1, pp. 1-35.
- [37] Lemoine, GJ, Aggarwal, I, and Steed, LB (2016), When women emerge as leaders: Effects of extraversion and gender composition in groups, *The Leadership Quarterly*, Vol. 27, No. 3, pp. 470-486.
- [38] West, TV, Heilman, ME, Gullett, L, Moss-Racusin, CA, and Magee, JC (2012), Building blocks of bias: Gender composition predicts male and female group members' evaluations of each other and the group, *Journal of Experimental Social Psychology*, Vol. 48, No. 5, pp. 1209-1212.
- [39] Lauer, S, *et al.* (2013), Stereotyped: investigating gender in introductory science courses, *CBE-Life Sciences Education*, Vol. 12, No. 1, pp. 30-38.
- [40] McGlone, MS, Aronson, J, and Kobrynowicz, D (2006), Stereotype threat and the gender gap in political knowledge, *Psychology of Women Quarterly*, Vol. 30, No. 4, pp. 392-398.
- [41] Schmader, T (2002), Gender identification moderates stereotype threat effects on women's math performance, *Journal of Experimental Social Psychology*, Vol. 38, No. 2, pp. 194-201.
- [42] Correll, SJ (2004), Constraints into preferences: Gender, status, and emerging career aspirations, *American sociological review*, Vol. 69, No. 1, pp. 93-113.
- [43] Stricker, LJ, and Ward, WC (2004), Stereotype Threat, inquiring about test takers' ethnicity and gender, and standardized test performance, *Journal of Applied Social Psychology*, Vol. 34, No. 4, pp. 665-693.
- [44] Stricker, LJ, and Ward, WC (2008), Stereotype threat in applied settings re-examined: a reply, *Journal of Applied Social Psychology*, Vol. 38, No. 6, pp. 1656-1663.
- [45] Cheryan, S, Plaut, VC, Davies, PG, and Steele, CM (2009), Ambient belonging: how stereotypical cues impact gender participation in computer science, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 97, No. 6, pp. 1045.
- [46] Danaher, K, and Crandall, CS (2008), Stereotype threat in applied settings re-examined, *Journal of Applied Social Psychology*, Vol. 38, No. 6, pp. 1639-1655.
- [47] Steele, CM, and Aronson, J (1995), Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 69, No. 5, pp. 797-811.
- [48] Marx, DM, and Goff, PA (2005), Clearing the air: The effect of experimenter race on target's test performance and subjective experience, *British Journal of Social Psychology*, Vol. 44, No. 4, pp. 645-657.
- [49] Marx, DM, and Roman, JS (2002), Female role models: Protecting women's math test performance, *Personality and Social Psychology Bulletin*, Vol. 28, No. 9, pp. 1183-1193.
- [50] McIntyre, RB, Paulson, RM, and Lord, CG (2003), Alleviating women's mathematics stereotype threat through salience of group achievements, *Journal of Experimental Social Psychology*, Vol. 39, No. 1, pp. 83-90.
- [51] Cohen, GL, Garcia, J, Apfel, N, and Master, A (2006), Reducing the racial achievement gap: A social-psychological intervention, *Science*, Vol. 313, No. 5791, pp. 1307-1310.

- [52] Cohen, GL, Garcia, J, Purdie-Vaughns, V, Apfel, N, and Brzustoski, P (2009), Recursive processes in self-affirmation: Intervening to close the minority achievement gap, *Science*, Vol. 324, No. 5925, pp. 400-403.
- [53] Martens, A, Johns, M, Greenberg, J, and Schimel, J (2006), Combating stereotype threat: The effect of self-affirmation on women's intellectual performance, *Journal of Experimental Social Psychology*, Vol. 42, No. 2, pp. 236-243.
- [54] Miyake, A, *et al.* (2010), Reducing the gender achievement gap in college science: A classroom study of values affirmation, *Science*, Vol. 330, No. 6008, pp. 1234-1237.
- [55] Yeager, DS, and Dweck, CS (2012), Mindsets that promote resilience: when students believe that personal characteristics can be developed, *Educational Psychologist*, Vol. 47, No. 4, pp. 302-314.

## Round table

Lille Sal

**Torsdag 30 mars**

*Sesjonsansvarlig: Reidar Lyng, NTNU*

14.00-14.35

**Bord 1: Undervisningsformer i en akademisk kultur**

Tellefsen

**Bord 2: On the aim of teaching, how to reach it - and an example**

Haugen

14:45-15.20

**Bord 1: Studentaktive undervisningsformer – innføring i gruppe-undervisningen på begynnerkurs i biologi**

Tsigaridas, Gregers

**Bord 2: IKT kompetanse blant studenter. Er vi klar for framtiden?**

Fojcik, Galek, Fojcik

*Sesjonsansvarlig: Roy Andersson, Lunds Universitet/UiB*

15.50-16.25

**Bord 1: Å tilrettelegge for at lektor-studenten lærer å lære fra seg i første semester**

Hashemi, Eggereide

**Bord 2: Formålet med praktisk arbeid i naturvitenskapsundervisningen**

Eggen, Persson

16.35-17.10

**Bord 1: Study tips – to beginner students in mathematics-heavy sciences**

Borge, Johansen, Seland

**Bord 2: Kan integrering i fagmiljøet øke motivasjon hos studenter?**

Gya, Bjordal

**Bord 3: Digitalisering av undervisning i automatisering – erfaringer ved HiOA**

Komulainen, Alcocer, Engebretsen



# Undervisningsformer i en akademisk kultur

## – Systematisk arbeid for dybdelæring og profesjonell kompetanse

C. W. Tellefsen, *Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, Universitetet i Oslo*

**ABSTRACT:** Stadig flere mener studentaktiv undervisning er veien til bedre læring, og det er mye litteratur som støtter dette (Freeman et al. 2014, Hake 1998). Det er ønskelig å få studentene til å lære å stille kritiske spørsmål. De skal ikke bare godta ferdig fordøyet kunnskap, men selv forme sin egen kunnskap gjennom dialog og kritisk tenkning.

Samtidig er det mange grunner til at vi kan møte motstand når vi forsøker å innføre nye og studentaktive undervisningsformer (Waldrop 2015). Undervisningsformene i *akademia* bærer ofte preg av formidling og «overlevering av kunnskap», på tross av kunnskap om at undervisningen bør legge til rette for at studentene selv skal konstruere denne kunnskapen.

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet ved Universitetet i Oslo har om lag 1000 vitenskapelige ansatte, 800 stipendiater og 5500 studenter. Det er mange som skal inn i en kultur for læring og systematisk arbeid for undervisningskvalitet. Vi må arbeide på flere fronter samtidig. Utdanningsledelsen fungerer som pådrivere på eget institutt og sørger for kollegiale møteplasser for å diskutere undervisning. Gruppelærerne får opplæring og inspirasjon til å prøve ut metoder og ha et kritisk blikk på egen undervisning. Fakultetet finansierer ulike pilotprosjekt for implementering av studentaktive læringsformer. Her testes og evalueres konkrete undervisningsopplegg.

For å endre en undervisningskultur må vi få med hele kollegiet, fra gruppelærere til forelesere, i å tenke nytt om undervisning. Målet er å oppmuntre til refleksjon hos både forelesere, gruppelærere og studenter, slik at studentene, i tillegg til å lære fag, også lærer å tenke som naturvitenskapelige forskere.

## 1 INTRODUKSJON

Stortingsmelding nr 16 (2016-2017) *Kultur for kvalitet i høyere utdanning*, presiserer at universitetene har et ansvar for at studentene skal oppnå best mulig læringsresultater og personlig utvikling. Det er tydelig at det nå legges mer vekt på universitetenes ansvar som *utdannere*. Dette ansvaret krever at vi arbeider systematisk med hvordan vi kan legge til rette for læring blant studentene. Det er ikke nok å gi en god forelesning og forvente at studentene klarer resten selv. Vi må blant annet arbeide like systematisk og kritisk med vår egen *undervisning* som vi gjør med forskning.

### 1.1 Undervisning, lærer og student – noen presiseringer

Kvalitet i utdanning handler om læringsmiljø, programbeskrivelser, kompetansemål, progresjon, undervisning og mye mer. Her skal det bare handle om selve undervisningen. Undervisningen har to hovedaktører – den som underviser og den som blir undervist. Den som underviser kan bli kalt en foreleser, emneansvarlig, gruppelærer, seminarleder og sikkert mer. I det følgende kaller vi underviseren for *lærer*, og den som blir undervist for *student*. Målet med undervisningen bør være at det skal skje læring hos studenten. Det er studenten som har ansvar for at det skjer læring, det skjer tross alt inne i studentens eget hode. Men læreren har ansvar for å legge til rette for at det kan skje.

### 1.2 Visjon for utdanning

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet ved Universitetet i Oslo (MN) gjennomfører for tiden en utdanningsreform. Vår visjon er at våre kandidater skal lykkes faglig og profesjonelt. Vi utdanner studenter til et langt yrkesliv og vi kan ikke vite hvilke kompetanser som kreves om 20-30 år. Noe av det viktigste vi kan gi våre studenter er kompetanse i å lære og å stille kritiske spørsmål. Vi skal gi studentene et solid faglig grunnlag og gjennom å lære fag skal de utvikle generiske ferdigheter og evner til å sette seg inn i nye kunnskapsområder. Kunnskapen til studentene skal være funksjonell – de skal kunne bruke den til noe. Undervisningen skal bidra til en dybdelæring som utvikler studentenes faglige intuisjon. Studentene skal kunne mye mer enn å bare gjengi det de har hørt fra andre. Således skiller vi mellom deklarativ og funksjonell kunnskap. Det er ikke slik at all deklarativ kunnskap er

forkastelig, men vi må komme lenger enn overflatelæring og problemløsning etter kjente algoritmer. Vi må utdanne problemstillere, nytenkere, innovative og initiativrike studenter. Vi må ha en helhetlig plan for dette arbeidet.

### 1.3 Premisser

Det ligger noen premisser i bunnen for hvordan vi arbeider med undervisning. De tre hovedpremissene handler om

- Kunnskap er individuell
- Vi skal gi breddeutdanning
- Forskjellighet er et gode

Det første premisset er selve grunnlaget for læringsprosessene. Teorier, aksiomer og naturlover kan være allmenngyldige, men kunnskapen om dem er individuell. For å bygge slik kunnskap må studenten lære. Læring er noe som aktivt skjer hos studenten. Noe læring er enkel, så som innhenting av informasjon og overflatelæring. Dybdelæring krever derimot stor innsats. Studenten kan få en dypere forståelse dersom hun får hjelp i den den krevende delen av læringsprosessen (se f.eks. Vygotsky 1978).

Det andre premisset handler om å anerkjenne at vi skal gi breddeutdanning, ikke eliteutdanning. Det er ikke slik at realfagsstudier ved MN, UiO er for de få utvalgte. Det er heller ikke noe vi ønsker. Vi ønsker et mangfold av studenttyper, men da må vi også legge opp til en undervisning som imøtekommer mer enn én tradisjonell studenttype. Dette leder opp til det tredje premisset som handler om å se på denne forskjelligheten som en styrke og et gode. Vi skal utdanne et mangfold av studenttyper, som skal bidra med sin forskjellighet til en framtid vi ikke kjenner ennå. Vi skal samtidig anerkjenne forskjellighet blant lærerne. Det er ikke slik at vi ønsker at alle skal drive undervisning på nøyaktig samme måte eller med de samme verktøy. Snarere tvert i mot. Vi ønsker et mangfold av undervisningsmetoder velkommen, så lenge det overordnede er på plass; læring skal stå i sentrum og vi skal undervise på en slik måte at våre studenter lykkes faglig og profesjonelt.

## 2 UTFORDRINGER

Det blir stadig etterlyst insentiver for å satse på undervisning i academia. En enkel løsning som er mye brukt, er undervisningspriser som hyller den gode foreleser. Da kan det være betimelig å stille spørsmålet; Er det den gode forelesningen studentene lærer mest av? Utdanningsforskning har gitt oss mye kunnskap om læring og læringsformer. Forelesninger er ikke effektive med tanke på læring, men de er effektive med tanke på å nå mange studenter med mye informasjon på kort tid. Undervisningsprisene hyller ofte den gode formidleren, men undervisning burde handle om mye mer enn formidling. Undervisning handler om læring, og læring er krevende kognitive prosesser. Utdanningsforskningen peker spesielt på *aktiv læring*. Aktiv læring engasjerer studenter i læringsprosessen gjennom aktiviteter og/eller diskusjoner i klassen, i motsetning til passivt å høre på en ekspert. Aktiv læring legger vekt på høyere ordens tenking og involverer ofte gruppearbeid (Freeman et al. 2014). I en metastudie av 225 undersøkelser om aktiv læring finner Freeman et al. at studentene skårer høyere og har mindre frafall enn ved ordinær undervisning. Da burde vel alle innføre dette? Men løsningen er ikke så enkel. Til tross for mange studier som viser god læringseffekt ved studentaktive læringsformer er det mye motstand (Waldrop 2015). Noen av grunnene er at det tar tid å lage nye opplegg og det krever mer tid å drive studentaktiv læring slik at man ikke kan gå gjennom like mye som før. Studentene ønsker ikke nødvendigvis studentaktiv læring, for det er mer behagelig å sitte og høre på og de er ikke vant med å snakke for å lære, men for å vise hva de kan. Dessuten må læreren slippe noe av kontrollen, for man vet ikke hvilken vei diskusjonene bærer, og man må ha litt andre egenskaper enn det som kreves av en tradisjonell formidler. For å endre fra tradisjonell til aktiv læring må både lærer og studenter utvikle sin kompetanse på læringssamarbeid.

Men det er ikke alltid kultur for samarbeid omkring undervisning og læring i academia. Lærerne er ofte alene om ansvaret og studentene overlates til å danne kollokviegrupper på eget initiativ. Seminarlærere/gruppelærere blir ansatt uten noen form for skoloring og går inn i en kultur der tanken er «å svare på spørsmål» - ikke *å legge til rette for læring*. Dessuten kommer ofte studentene til undervisning med den samme misoppfatningen – «bare jeg er på forelesning og hører alt læreren sier så har jeg gjort jobben min...».

Hvis universitetene skal lykkes med «studentene skal få utvikle og utnytte sitt potensial for læring, oppnå gode kunnskaper, ferdigheter og generell kompetanse basert på oppdatert internasjonal forskning» (Stortingsmelding nr. 16 2016-2017), må det en kulturendring til. Det må skapes en større bevissthet omkring hvilken kultur vi er en del av, og hvordan vi kan arbeide med å endre den. Den passivt lyttende studenten og den glimrende foreleseren er ikke et ideal. Målet bør være aktive studenter og lærere som legger til rette for dybdelæring. Vi må anerkjenne at dette krever samarbeid, bevisstgjøring og kontinuerlig utvikling. Vi må se på undervisningen som et stort *felles* prosjekt der vi bruker vår forskerkompetanse til å stille kritiske spørsmål til vår egen undervisning, og i fellesskap søker å forbedre oss hele tiden.

### 3 MULIGE LØSNINGER

MN mener det er nødvendig å arbeide på mange fronter samtidig for å endre undervisningskulturen og systematisk arbeide for et bedre læringsutbytte hos studentene. Det er tre hoveddeler av satsingen så langt;

- Utdanningsledelse
- Gruppelærerseminar
- Pilotprosjekt med studentaktive læringsformer

#### 3.1 Utdanningsledelse

MN har ni institutter. Hvert institutt har en instituttleder og en utdanningsleder. I tillegg har MN en egen utdanningsleder for Lektorprogrammet (LeP) i realfag. LeP er en femårig integrert masterutdanning som administreres fra Det utdanningsvitenskapelige fakultet, men studentene på LeP realfag tar ca. 80 % av emnene sine på MN. Disse lektorstudentene er en viktig ressurs for MN ved at de er spesielt interessert i selve læringsprosessen og kan bidra til implementering av studentaktive læringsformer. Dette blir drøftet nærmere under avsnitt 3.3.

For å få til en endring i undervisningsformer ved MNs institutter er vi helt avhengig av forankring i utdanningsledelsen. Utdanningsledelsen må forstå *hvorfor* de skal arbeide for å endre undervisningskulturen og *hvordan* de kan gjøre det. Denne kunnskapen er resultat av *læring*, og da kan vi ikke bare fortelle dem hva som skal gjøres, men vi må sette av tid til å arbeide aktivt sammen for å komme fram til metoder og målsettinger. En målsetting er at våre studenter skal lykkes faglig og profesjonelt. En annen målsetting er at vi klarer å legge til rett for læring hos et mangfold av studenter. En tredje målsetting er at undervisningsmetodene også må ta hensyn til forskjellighet hos lærerne – vi skal ikke ha en felles oppskrift for hvordan ting gjøres, men en dybdeforståelse for hva som fremmer læring og hva slags kompetanse våre studenter skal gå ut med i arbeidslivet.

For å nå målsetningene må man ha kunnskap om mulige metoder. Hva vet vi i dag om studentaktive læringsformer? Hvilke metoder passer for ditt kurs og dine emner og ikke minst din måte å være på? Her må utdanningsledelsen bli eksponert for ulike metoder og få kjennskap til grunntankene som ligger bak valg av metode. MN holder utdanningsseminarer for utdanningsledere og instituttledere slik at de har inngående kjennskap til, og forståelse for, hva som kjennetegner god undervisning. Dette skal igjen bidra til at utdanningsledelsen legger til rette for et utviklende læringsfellesskap om undervisning ved sitt institutt.

#### 3.2 Gruppelærerseminar

Gruppeundervisningen er en sentral del av undervisningen ved MN. De store begynneremnene er normalt lagt opp med fire timer forelesning og to timer gruppeundervisning i uken. På forelesningene kan det være flere hundre studenter og på gruppundervisningen 20-30 studenter. Gjennom [ForVei](#)-samtaler med studenter kommer det tydelig frem at gruppeundervisningen er en avgjørende læringsarena for mange, og kan ha betydning for studentens opplevelse av mestring av studiene, noe som igjen har innvirkning for gjennomføringsevne og frafall. Det har ikke vært tradisjon for systematisk opplæring av gruppelærere ved universitetet. Derfor startet MN *gruppelærerseminaret* i januar 2011. Formålet med gruppelærerseminaret er å bevisstgjøre gruppelærerne på sin egen rolle og inspirere til god undervisning. Seminaret blir avholdt to ganger i året i forbindelse med semesterstart.

MN har samlet den fagdidaktiske kompetansen ved fakultetet i et kompetansesenter for realfagsundervisning. De vitenskapelige ansatte ved kompetansesenteret er viktige bidragsyttere til gruppelærerseminaret og driver i tillegg en journal club om utdanningsforskning i realfag. Her ser man

nærmere på kunnskapsgrunnlaget for blant annet studentaktive læringsformer, motivasjon og vurdering for læring. I år ble det for første gang gjennomført workshops på gruppelærerseminaret der gruppelærerne fikk hands-on mulighet til å teste ut ulike former for studentaktive læringsformer. Dette bidrar til å skape trygghet for å tørre å prøve ut ting på egenhånd. Og bevissthet omkring hva som kan gå galt og hva man skal være oppmerksom på.

Kompetansesenteret arbeider kontinuerlig for å videreutvikle gruppelærerseminaret og se på muligheter for mer systematisk pedagogisk opplæring for fakultetets lærere.

### 3.3 Pilotprosjekt

MN har gjennomført ulike pilotprosjekt med studentaktive læringsformer i gruppeundervisningen ved flere emner (BIO 1000, MBV1010, KJM1100, MAT11000 og FYS1000). Hovedmodellen har vært at gruppeundervisningen blir gjennomført av en lektorstudent i samarbeid med en ordinær gruppelærer og under veiledning av en mentor fra kompetansesenteret for realfagsundervisning. Primært har man valgt ut de gruppene der lektorstudentene er samlet. Her blir ulike studentaktive læringsformer testet ut og evaluert. Det blir lagt spesiell vekt på trening av muntlige ferdigheter som grunnlag for læring og som trening for lærerrollen.

Prosjektene blir utført i samarbeid med instituttene med tanke på overføringsverdi til andre fag og utvidelse av hvilke grupper som mottar studentaktiv undervisning. Ved Institutt for biologi har pilotprosjektet allerede blitt utvidet til å gjelde samtlige grupper på BIO1000 og MBV1010 og ikke bare gruppene med lektorstudenter.

Gruppelærerne har mye å lære av hverandre. Pilotprosjektene arrangerer derfor også felles møter der man kan diskutere og utveksle erfaringer om ulike undervisningsformer. Dette bidrar til felles refleksjon omkring hva som fungerer godt og hva som ikke gjør det, og hvorfor. Slik vil gruppelærerne kontinuerlig arbeide med å utvikle god praksis. Sluttrapporter fra pilotprosjektene utgjør en kunnskapsbank for undervisning ved MN.

Pilotprosjektene forskningsdel dreier seg om å undersøke studentenes læringsutbytte. Lydopptak med studentdiskusjoner er analysert og resultatene brukt for å tilrettelegge undervisningen. Gruppelærerne blir på denne måten bevisstgjort hvordan undervisning bør utvikles gjennom et kritisk blikk på det faktiske læringsutbyttet. Dette er spesielt viktig for de gruppelærerne som går på lektorutdanning, da de kan ta med denne kunnskapen inn i skolen og utvikle lærende miljøer i et fremtidig kollegium.

## 4 SAMMENDRAG OG TAKK TIL

Universitetene har et stort ansvar for å utdanne studenter til en fremtid ingen kjenner. En del av dette ansvaret handler om hvordan selve undervisningen gjennomføres. Undervisningen bør være i tråd med kunnskap om læring og en forståelse av forskjellighet både hos studenter og lærere, og vi bør arbeide like systematisk og kritisk med undervisning som med forskning. For å påvirke en undervisningskultur i retning av mer aktive læringsformer og utvikling av studentenes profesjonelle kompetanse, må vi arbeide på mange fronter. MN arbeider aktivt med utdanningsledelse, pedagogisk skolering av gruppelærere og utprøving av aktive undervisningsformer. Målet er å oppmuntre til refleksjon hos både forelesere, gruppelærere og studenter, slik at studentene, i tillegg til å lære fag, også lærer å tenke som naturvitenskapelige forskere.

MNs utdanningsatsing er et stort felles prosjekt. Således er ideer og tanker som kommer fram i denne artikkelen et produkt av mange personers bidrag. Først og fremst vil jeg trekke fram Knut Mørken og Hanne Sølva. Videre er vårt kompetansesenter for realfagsundervisning en helt sentral del av arbeidet. Linda T. Sørensen er prosjektleder for gruppelærerseminaret, og vårt nye Senter for fremragende Utdanning, Centre for Computing in Science Education (CCSE), er en viktig aktør i den framtidige satsingen på undervisningskvalitet.

## REFERANSER

ForVei, MN, UiO. Tilgjengelig fra: <https://www.mn.uio.no/studier/forvei/>

Freeman, S., Eddy, S.L., McDonough, M., Smith, M., Okoroafor, N, Jordt, H. and Wenderoth, M.P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics, *Proceedings of the National Academy of Science of the USA* **111**, 8410-8415.



- Hake, R.R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses, *American Journal of Physics* **66**, 64.
- Senter for fremragende utdanning, MN, UiO. *Centre for Computing in Science Education*. Tilgjengelig fra: <https://www.mn.uio.no/cse/>
- Stortingsmelding nr. 16 (2016-2017). *Kultur for kvalitet i høyere utdanning* Tilgjengelig fra: [regjeringen.no](http://regjeringen.no)
- Vygotsky, L.S., Cole, M. (1978). *Mind in Society: The development of Higher Psychological Processes*, ed. M. Cole, Harvard University Press.
- Waldrop, M.M. (2015). Why we are teaching science wrong, and how to make it right, *Nature* **523**, 272-274.

# On the aim of teaching, how to reach it - and an example

Finn Aakre Haugen, *University College of Southeast Norway*

**ABSTRACT: In the paper, the aim of teaching is defined as facilitating for students to learn how to solve real problems. Implications of this definition is discussed, with an example of an implementation in a university course about automatic control.**

## 1 INTRODUCTION

After thirty years of experience as a teacher of courses in automatic control at both the undergraduate and graduate level and instructor of courses for practitioners in industry, I still ask: “Am I teaching well enough?”. My own answer is “no”. So: How can I improve? To improve my teaching, I need a definition of the aim of teaching, and then find strategies to reach that aim. This is the main topic of this paper.

## 2 ON THE AIM OF TEACHING AND HOW TO REACH THAT AIM

Different teachers may define this aim differently. I have found the following definition useful:

*The aim of teaching is to facilitate for students to learn how to solve real problems.*

Then, how to facilitate for learning how to solve real problems? It is my view that such learning requires work with real, physical systems.

In teaching of basic automatic control at universities, analysis and design methods based on the frequency response theory has been prevalent. However, in my opinion, using this theory to introduce the basic concepts of automatic control is unfortunate because of its lack to express real-world responses in the time-domain. A more fruitful theoretical basis is theory related to differential equations. Differential equations are useful as they may stem directly from mechanistic modeling (i.e., material balance, energy balance, laws of motion, and electrical laws), and they can also easily be defined to represent standard dynamics as time-constant dynamics and integrator dynamics.

Dynamic simulators may be very useful in teaching as well as in real automatic control projects. Essentially, a simulator is the execution of some numerical solution algorithm of the differential equations making up the model. My experience is that the simplest numerical algorithm, namely the Euler Explicit (Euler Forward) algorithm, is usually sufficient.

However, a simulator, although useful, can of course not fully substitute practical experience. Consequently, I regard practical work as necessary for learning how to solve real control problems.

Obviously, to include the practical aspect in the teaching, it is necessary that the teacher has personal experience from solving practical tasks. This experience may be obtained from personal involvement in research and development projects.

## 3 EXAMPLE FROM THE UNIVERSITY COLLEGE OF SOUTHEAST NORWAY

At the University College of Southeast Norway (USN), the teaching of a basic control course (Haugen, 2016) was changed substantially from fall 2015 and on with the inclusion of nine laboratory exercises based on desktop-size air heaters for temperature monitoring and control, accomplished in groups of two or three students. The exercises are merged with traditional and video-based lectures throughout the semester. Twenty-six identical rigs built in-house (Haugen, 2010) allow that all groups work with the same exercise simultaneously, see Figurer 1, 2 and 3. The number of students is approximately 70 (when two similar courses have common exercises). The students use laptop PCs running National Instruments LabVIEW. Each assignment lasts 5 hours. Each group must hand in a report, and the teacher sends comments to the reports within a few days.

A mid-term evaluation Fall 2016 conveys that the extensive use of laboratory exercises is very well received by the students at USN.

The laboratory assignments cover the following topics. (A short version of the above list has also been presented in (Komulainen et al., 2016).)

1. *Manual temperature control, monitoring, and data logging to file.* In this assignment the students learn the basics of using a computer to control and monitor a physical system.
2. *Implementation of a dynamic process simulator of the air heater.* The mathematical model that is the basis of the simulator is a time-constant with time-delay model with default model parameter values, provided by the teacher.
3. *Adaptation of the mathematical model to the real process.* The model adaptation amounts to estimating parameter values of the time-constant with time-delay model model. This is realized using the “brute force” or “gridding” least squares method implemented in nested for-loops. Figure 4 illustrates the result of the model adaptation (apparently, the model represents the physical system well).  
Comment: The gridding method is a straight-forward approximative, global optimization method which is applicable to many simple optimization problems, e.g. PID controller tuning, steady-state process optimization of design and process operation, parameter estimation, etc.
4. *Implementation of feedback controllers from scratch.* The controllers are a discrete-time proportional-plus-integral (PI) controller and an On/off controller.
5. *Implementation of a measurement lowpass filter.* The filter is a discrete-time time-constant lowpass filter, also denoted the EWMA filter (Exponentially Weighed Moving Average), which is the typical filter algorithm used in industrial controllers.
6. *Controller tuning.* The tuning methods are the Skogestad tuning method (Skogestad, 2003), and the Ziegler-Nichols method (Ziegler and Nichols, 1942) and one of its modifications (Haugen and Lie, 2013). These methods are applied experimentally in the lab assignments.
7. *Control loop stability.* Hitherto, a qualitative analysis is included, including the stability impact of controller gain (both absolute value and sign), integral time, and filter time-constant. Starting with Fall 2017, an experimental estimation of gain margin and phase margin (Seborg et al., 2011) according to the procedure described in (Haugen and Lie, 2013) will be included.
8. *Feedforward control.* The students are to implement an experimental, table-lookup based feedforward controller with air flow (disturbance) measurement as input signal and heater control signal as output signal.
9. *Industrial PID controller.* The industrial PID controller (Fuji PGX5), instead of the LabVIEW-based control system, is used for temperature control.

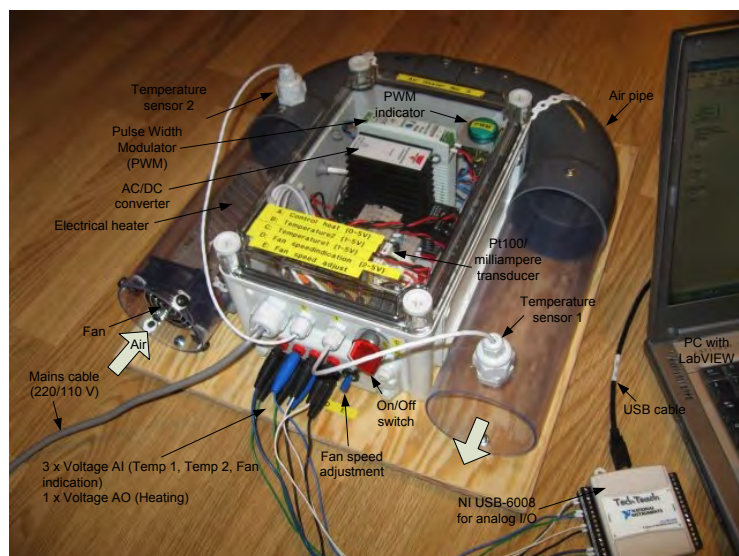


Figure 1: Air heater laboratory rig for temperature control. The voltage control signal manipulates the power delivered by the electrical heater. The outlet temperature is measured by a Pt100 element. The air flow through the pipe can be manually adjusted, representing a (measured) process disturbance.



Figure 2: The air heater rigs on the shelf.



Figure 3: Student groups working on laboratory assignments.



Figure 4: Result of adaptation of time-constant with time-delay model to the real air heater. Lower plot: Control (input) signal to the electrical heater. Upper plots: Real (measured) outlet temperature (red curve) and simulated outlet temperature (blue curve).

#### 4 SUMMARY

In the paper, the aim of teaching has been defined as facilitating for students to learn how to solve real problems. Implications of this definition are the inclusion of practical assignments in relevant courses. An example has been presented where a relatively large number of practical assignments is merged with theoretical lectures in a course about automatic control. In the example, the implementation relies on the students working simultaneously, or in parallel, on a large number of identical laboratory rigs (desktop-size air heaters).

#### ACKNOWLEDGEMENT

The practical support by senior engineer Eivind Fjelddalen, University College of Southeast Norway, in constructing the air heater lab stations is highly appreciated.

#### REFERENCES

- Haugen, F. Aa. (2010). Lab Station: Air Heater. [http://home.hit.no/~finnh/air\\_heater](http://home.hit.no/~finnh/air_heater).
- Haugen, F. and Lie, B. (2013). Relaxed Ziegler-Nichols closed loop tuning of PI controllers. *Modeling, Identification and Control*, 34 (2).
- Haugen, F.Aa. (2016). Home page of course IA3112 Automatiseringsteknikk: <http://www2.hit.no/tf/fag/ia3112/2016/>.
- Komulainen, T. M., Alcocer, A. and Haugen, F. A. (2016). Experiences and Trends in Control Education - A HiOA/USN Perspective. Eurosim, Oulu, Finland.
- Seborg, D.E., Edgar, Th. F. and Mellichamp, D. A. (2011). *Process Dynamics and Control*. 3 ed. Wiley.
- Skogestad, S. (2003). Simple Analytical Rules for Model Reduction and PID Controller Tuning. *Journal of Process Control*. Vol 13: p. 291-309.
- Ziegler, J. G. and N. B. Nichols, *Optimum Settings for Automatic Controllers*. ASME (1942). **64**: p. 759-768.

# Studentaktive undervisningsformer

## – innføring i gruppeundervisningen på begynnerkurs i biologi

K. G. Tsigaridas og T. F. Gregers, *Institutt for biovitenskap, Skolelaboratoriet for biologi, Postboks 1033 Blindern, Universitetet i Oslo*

**ABSTRAKT:** *“Tell me, and I forget. Teach me, and I may remember. Involve me, and I learn” – Benjamin Franklin*

Undervisning på universitetsnivå har tradisjonelt bygget på et prinsipp om kunnskapsoverføring. Studenten er passiv mottaker fra en formidler med dypere fagkunnskap enn en selv. Sosialkonstruktivistisk tankegang har vært lite praktisert, og den ressursen som ligger i studentene selv har vært lite utnyttet.

Begynnerkursene i biologi ved Universitetet i Oslo (UiO) gjennomføres med forelesninger og gruppeundervisning. Gruppeundervisningen organiseres ofte uten særlig interaksjon eller diskusjon mellom studenter. Gruppene er delvis obligatoriske, men tilbakemeldinger fra studentene har vært varierende med hensyn til utbytte for studentene.

I tidsrommet august 2015 til desember 2016 gjennomførte vi et pilotprosjekt på gruppeundervisningen i to begynneremner i biologi. I denne piloten ønsket vi å gi studentene trening i generiske ferdigheter gjennom studentaktive undervisningsmetoder og hovedprinsipper for læring. Gruppene hadde ulike gruppelærere samt én eller to lektorstudenter i biologi. Lektorstudentene var med og utviklet og tilrettela det pedagogiske opplegget, og fungerte som en ekstra ressurs.

Ulike studentaktive undervisningsmetoder ble testet ut og det ble gjennomført to studentevalueringer i løpet av hvert semester.

Samtlige gruppelærere rapporterte at de opplevde en økning i studentdiskusjoner og – aktivitet. De mente at studentene var bedre forberedt som en følge av at de diskuterte mer seg imellom. I evalueringsskjemaene svarte studentene at de satte pris på et variert tilbud i gruppetimene, de syntes de lærte mye av å jobbe i grupper og å diskutere med medstudenter. De bekreftet at de var bedre forberedt til gruppetimene, og mange svarte at de foretrakk å jobbe i grupper framfor å jobbe alene.

Piloten gir en indikasjon på at studentaktiv undervisning i gruppetimene gir økt motivasjon for faget. Studentene arbeider mer målrettet og forbereder seg bedre. Det gjenstår å undersøke hvorvidt denne typen undervisning gir en dypere konseptuell forståelse for biologi og biologiske prosesser.

## 1 INNLEDNING

På universitetsnivå innebærer undervisning tradisjonelt forelesning der studentene sitter og lytter uten aktivt å delta i undervisningen. Det finnes etterhvert mye forskning som viser økt læring og motivasjon når studentene blir mer involvert i sin undervisning. Richard Hake har definert studentaktiv undervisning som... *“activities designed at least in part to promote conceptual understanding through interactive engagement of students in heads-on (always) and hands-on (usually) activities which yield immediate feedback through discussion with peers and/or instructors* (Hake, 1998). I dette arbeidet har vi tatt utgangspunkt i denne definisjonen.

Freeman og kolleger publiserte i 2014 en metastudie av 225 ulike studier der forskerne så på studentenes eksamenskarakterer og strykeprosent i realfag, og sammenliknet effekten av studentaktiv mot tradisjonell undervisning (Freeman et al., 2014). Resultatene viste at studentene oppnår høyere karakter samtidig som færre stryker ved studentaktiv undervisning. Basert på resultater fra denne forskningen har det vært hevdet at det er nærmest uetisk å undervise på noen annen måte enn gjennom aktiv læring (Waldrop, 2015).

Men studentaktiv undervisning krever innsikt i studentenes læring. I en undersøkelse der biologilærere fra 77 ulike universiteter i USA ble spurt hvor ofte og eventuelt hvordan de gjennomførte aktiv undervisning, viste det seg at selv om underviserne hevdet at de gjennomførte ulike former for aktiv

undervisning gjorde de det uten å ha en bevissthet rundt hva studentene kan fra før og hvordan studenter lærer. I disse tilfellene viste det seg at studentene verken skåret høyere på eksamen eller fikk lavere strykporsent (Andrews et al., 2011). Adekvat opplæring av undervisere blir derfor et viktig element ved aktiv undervisning.

Coley og Tanner viste videre at biologistudenter ofte benytter intuisjon fremfor faglig argumentasjon når de skal forklare biologiske konsepter (Coley and Tanner, 2015). At studenter benytter intuisjon kan gjøre det mer utfordrende både å oppdage og rette opp misforståelser. En bevissthet rundt både studenters læring og forståelse samt ens egen undervisning blir derfor et viktig element når vi skal flytte fokuset fra tradisjonell kunnskapsoverføring til en sosialkonstruktivistisk undervisningsmodell.

### 1.1 Undervisning på begynnerkursene på Institutt for biovitenskap, Universitetet i Oslo

Begynneremnene BIO1000 (Generell biologi) og MBV1010 (Cellebiologi og genetik) er begge emner som studentene tradisjonelt tar første året de studerer biologi ved UiO. Emnene går henholdsvis høst og vår og er organisert med forelesninger, laboratoriearbeid og gruppeundervisning. Både grupper og lab er delvis obligatoriske. Mange studenter har meldt tilbake at gruppene fungerer dårlig og at de ikke forstår hvorfor de skal gå på grupper. Gruppene har ofte vært gjennomført ved at studentene kommer og gjør ukens oppgaver mens en gruppelærer har vært tilgjengelig for spørsmål. Studentene sitter ofte alene og jobber med oppgavene. Når de har fylt opp sin obligatoriske kvote kommer de ikke tilbake. Det har derfor vært et stort behov for å endre denne praksisen.

I tidsrommet august 2015 til desember 2016 gjennomførte vi derfor et pilotprosjekt på gruppeundervisningen i henholdsvis BIO1000 og MBV1010. Piloten ble gjennomført to ganger i BIO1000 og en gang i MBV1010. I denne piloten ønsket vi å gi studentene trening i generiske ferdigheter gjennom studentaktive undervisningsmetoder og hovedprinsipper for læring (Utdanningsdirektoratet, 2013).

## 2 METODER

### 2.1 Studenter, gruppelærere og fagpersoner

Høsten 2015 ble det valgt ut én gruppe på BIO 1000 med 36 studenter som deltok i prosjektet, mens det høsten 2016 ble utvidet til to grupper. Siden vi ønsket et spesielt fokus på lektorutdanningen, inkluderte gruppen lektorstudentene på kurset. I MBV1010 våren 2016 ble alle gruppene inkludert i piloten, i alt 9 grupper og 275 studenter. Gruppene hadde ulike gruppelærere som var biologistudenter på bachelor, master eller PhD nivå, samt én eller to lektorstudenter i biologi/kjemi. Lektorstudentene var med og utviklet og tilrettela det pedagogiske opplegget, og fungerte som en ekstra ressurs. I tillegg fungerte en universitetslektor fra skolelaboratoriet for biologi som faglig ressurs og oppfølging av gruppelærerne. Det ble avholdt faste ukentlige møter for gruppelærerne med refleksjon og planlegging. Emneansvarlig var ikke involvert i dette arbeidet på noen av kursene.

### 2.2 Studentaktive læringsmetoder

I tabell 1 har vi beskrevet ulike pedagogiske metoder som ble brukt i gruppeundervisningen. Ikke alle metodene ble brukt i alle gruppene.

Tabell 1. Ulike metoder i gruppeundervisningen

Gruppen som pedagogisk grep	Da vi ønsket å engasjere studentene i ulike diskusjoner, var det et poeng at de satt i mindre grupper. Måten smågruppene ble satt sammen på varierte mellom de ulike gruppene. Også evaluering av midtveiseksamen og arbeid med eksamensoppgaver ble gjort i smågrupper.
Tenk par del	Studentene skal først tenke over en oppgave selv, deretter dele og diskutere med sidemannen, og til slutt i hele gruppen.
Kahoot (student – respons - system )	Student – respons – system. Studentene kan svare på spørsmålene direkte med mobil/PC/nettbrett, og riktig svar per oppgave kommer umiddelbart opp på lærers datamaskin. Kahoot ble supplert med oppfølgingsspørsmål til studentene etter hvert spørsmål, og med mulighet til å stille spørsmål underveis dersom studentene lurte på noe.
Alias	Alias er et spill der to (eller flere) studenter sitter sammen. En student velger eller trekker et ord fra en liste av begreper studentene skal lære seg, og skal så forklare begrepet for de andre studentene. Det er ikke lov å bruke selve begrepet i forklaringen.
Gruppe-illustrasjoner/ plakater:	Studentene jobber i grupper på tre. Hver gruppe får eller trekker en oppgave som egner seg som grunnlag for en figur. Gruppen skal så i fellesskap lage en plakat av temaet sitt som skal være enkel og tydelig. Studentene oppfordres til å tenke visuelt og forklare med

	egne ord. De skal ha med tegninger eller figurer, og teksten skal være kortfattet og kun brukes som en støtte til figuren. Plakaten kan så i etterkant presenteres for andre grupper.
Jobbe i en gruppe, presentere i en annen gruppe (puslespillmetoden)	Hver gruppe får utdelt en oppgave som de skal jobbe med. Når gruppene har jobbet seg gjennom hver sin oppgave, får hver person en ny gruppe som de skal presentere oppgaven sin for. Det må lages et system slik at alle oppgavene blir presentert i den nye gruppen.
Nysgjerrigvekkere som filmer, bilder, fun facts el.	Dette er oppgaver som er ment for å vekke nysgjerrigheten til studentene i forbindelse med dagens tema. Kan benyttes som utgangspunkt for diskusjon.
Diskusjon av påstander	Gruppen får utdelt ulike påstander de skal diskutere. Påstandene kan for eksempel være laget slik at de skal problematisere typiske misoppfatninger eller begreper som ofte forveksles, knyttet til dagens tema.
Liten test på starten/slutten av timen	Ved å ha en liten test av hva de lærte sist undervisningsøkt eller som oppsummerer dagens tema, vil den enkelte student kunne få tilbakemelding om hva han eller hun ikke har forstått og bør jobbe mer med. Gruppelæreren får også denne tilbakemeldingen, og ser dermed hva det bør jobbes mer med i gruppen for å øke forståelsen for faget.
Modellbesvarelser	Til eksamen i biologi høsten 2015 og 2016 ble det utarbeidet et undervisningsopplegg for å øve spesielt til eksamen. Alle studentene på BIO1000 fikk dette tilbudet. Studentene skulle på forhånd løse en gitt eksamensoppgave og deretter diskutere sin besvarelse med en medstudent. De skulle deretter sammenlikne sine besvarelser med to reelle A – besvarelser.

### 2.3 Evaluering

Det ble gjennomført to evalueringer i form av spørreskjemaer i hver av kursene, en halvveis i semesteret og en etter siste gruppetime. Hensikten med disse var å få en tilbakemelding fra studentene på om de syntes denne formen for gruppeundervisning var motiverende og hvordan deres opplevelse av læringsutbyttet i gruppetimene var. Vi var også interessert i hvilken type undervisningsmetode de foretrakk. Undersøkelsene ble gjennomført noe ulikt, enten i form av fritekstsvar eller en blanding av blanding av fritekstsvar og avkryssningsvar.

## 3 RESULTATER

Samtlige gruppelærere rapporterte at studentene var flinkere til å bidra aktivt i gruppetimene og diskutere seg imellom enn de hadde opplevd i tidligere år. De mente også at studentene generelt sett var bedre forberedt som en følge av at de diskuterte mer seg imellom. Mange av studentene var positive til å få nye oppgaver å jobbe med i gruppetimene i tillegg til kollokvieoppgavene som de hadde fått utdelt på forhånd.

I evalueringsskjemaene rapporterte studentene i all hovedsak at de var positive til studentaktive læringsformer. I BIO1000 høsten 2015 var det 25 (av 36) som svarte på spørreskjemaet etter siste gruppetime, og av disse oppgav 17 at de ønsket aktivisering og gruppearbeid, 4 ønsket en blanding og 4 ønsket selvstendig arbeid. Vi ser altså at 84 % av de som svarte var positive til denne formen for gruppetimer.

Eksempler på studentuttalelser er:

*"Det meste av det jeg har lært i BIO 1000 er det vi har gått gjennom på lab og kollokvie! Så veldig lærerikt"*

*"Lært mye, og lært hva jeg må lære mer om takket være quizene"*

*"Har hatt bra utbytte av timene. Egentlig bedre enn jeg har fått av forelesning"*

*"Jeg føler at gruppetimene er en god måte å gå gjennom stoffet, og at det gir stort utbytte, samt hjelper til å arbeide med stoffet"*

*"Kjempebra! Veldig bra å lære på en måte hvor man snakker, diskuterer osv. Variert og fint opplegg. Ikke kjedelig. Fint avbrekk fra "tørre" forelesninger. Supert. Lett å følge med på slutten av dagen."*

Mot slutten av semesteret i cellebiologi/genetikk svarte studentene på et avkryssningsskjema om i hvilken grad de foretrakk ulike undervisningsformer i gruppeundervisningen, i tillegg til noen fritekstsvar. Samletabell av svarene fra avkryssningsskjemaet er gjengitt under, se tabell 2. 109 av 275 studenter svarte på dette evalueringsskjemaet.



Tabell 2. Resultater fra spørreundersøkelse om gruppeundervisningen våren 2016. Lavest verdi er 1 og 4 er høyest. Gjennomsnitt av verdiene er vist.

Undervisningsmetode	Gjennomsnittlig svarsum
Selvstendig arbeid med oppgavene	2,6
Jobbe i grupper med oppgavene	3,2
Gjennomgang av oppgavene av gruppelærer	3,4
Jobbe i grupper med oppgavene, forklare i andre grupper	2,6
Gjennomgang av oppgavene av andre studenter	2,2
Gjennomgang av ukas pensum av gruppelærer	3,2
Alias	2,7
Kahoot	2,9
Liten test på starten eller slutten av timen	2,7
Løsning av eksamensoppgaver i grupper	3,3
Løsning av eksamensoppgaver individuelt	2,8

Eksempler på studentuttalelser er:

*«gruppeoppgaver er motiverende, for da er det litt flaut om man ikke har forberedt seg. Selvstendig arbeid gjør at jeg fort tenker at det bare er å gjøre det senere»*  
*”samarbeiding gjør at man enklere lærer seg stoffet og gir litt mer motivasjon til å jobbe med det. ”*  
*”blir mest motivert av å skulle kunne bidra med noe når det er samsnakk og andre liknende oppgaver”*  
*«det er veldig nyttig å forklare ting til andre studenter. Du må virkelig vite det!»*  
*«noen ganger er det lettere når de andre studentene forklarer temaer»*  
*”bra at vi jobber i grupper, har Kahoot og Alias. Bra med variasjon samt å få studentene til å vise kunnskapen sin”*

Mot slutten av semesteret i biologi høsten 2016 svarte studentene på et nettskjema med ulike avkryssningssvar og fritekstsvar. Spørsmålene gikk på opplevd læringsutbytte, i hvilken grad de foretrakk ulike undervisningsformer i gruppeundervisningen, trivsel og hvor godt forberedt de var til gruppeundervisningen. Samletabell av svarene fra avkryssningsspørsmålene er gjengitt under, se tabell 3. 45 av 194 studenter svarte på dette evalueringsskjemaet, 27 som ikke hadde fulgt pilotprosjektet og 18 som hadde fulgt det svarte på skjemaet.

Tabell 3. Resultater fra spørreundersøkelse om gruppeundervisningen høsten 2016. Lavest verdi er 1 og 4 er høyest. Gjennomsnitt av verdiene er vist.

	Gjennomsnittlig svarsum	
	Ordinær	Studentaktiv
Alt i alt, hvor stort synes du læringsutbyttet av gruppeundervisningen har vært?	2,7	3,6
Selvstendig arbeid med oppgavene	3,1	2,1
Jobbe i grupper med oppgavene	3,0	3,9
Gjennomgang av oppgavene av gruppelærer	3,4	3,5
Jobbe i grupper med oppgavene, presentere for alle	1,9	2,4
Gjennomgang av ukas pensum av gruppelærer	3,2	3,4
Alias	1,8	3,4
Kahoot	2,3	3,0
Liten test på starten eller slutten av timen	2,3	2,6
Løsning av eksamensoppgaver i grupper	3,4	3,5
Løsning av eksamensoppgaver individuelt	3,4	1,9
Oppsummering av dagens tema	3,2	3,1
Gruppeillustrasjoner/plakater	1,8	2,8
Nyskjerrigvekkere som filmer, bilder, fun facts eller liknende	2,7	3,4
Hvor godt forberedt er du til kollokvietimen	2,3	2,6
Ta stilling til følgende utsagn: jeg trives godt i gruppeundervisningen	3,1	3,8

#### 4 DISKUSJON OG VEIEN VIDERE

Siden denne piloten har fått utvikle seg over tid, har også opplegget kunne utvikle og forbedre seg. Da vi sammenliknet svarene fra de studentene som hadde fått studentaktiv gruppeundervisning med de som ikke hadde fått det høsten 2016, så vi at de studentene som hadde vært med på piloten svarte at de hadde større læringsutbytte, var bedre forberedt og trivdes bedre enn de studentene som hadde ordinær gruppeundervisning. De var også mer positive til ulike studentaktive undervisningsmetoder. Dette bekrefter inntrykket fra de to tidligere pilotene. Studentene trives med studentaktiv undervisning, synes de lærer mer med denne type undervisning, og de blir positivt overrasket når de faktisk prøver det ut. Som vi ser av tabell 2 og 3, foretrekker studenter å jobbe i grupper med andre framfor å jobbe individuelt i gruppetimene, selv om studentene også svarer at de gjerne vil ha gjennomgang av kollokvieoppgavene av faglærer. Det er verdt å merke seg at det studentene ønsker seg av undervisning ikke nødvendigvis er synonymt med hva de lærer mest av. Studenter kan ha en forventning om hva undervisning skal være som ikke nødvendigvis bygger på hva som gir best læringsutbytte (Waldrop, 2015). Hvis de har en forventning om at gruppelærer skal ha en gjennomgang, kan dette være noe de ønsker seg uavhengig av hva de lærer av det. Vi ser også at studenter som ikke har testet ut studentaktiv gruppeundervisning er mer skeptiske til dette enn de som har testet det ut, noe som forsterker inntrykket av at studentene har en forventning til innholdet i gruppeundervisningen.

Studentaktiv undervisning er en læringsform som krever mye av gruppelærerne. Vi erfarte våren 2016 at vi ikke hadde fulgt opp gruppelærerne tett nok. Vi valgte derfor å være enda tettere på gruppelærerne i piloten semesteret etter, med grundigere gjennomgang av mulige undervisningsopplegg og evaluering i ettertid. Det kan virke som dette ga resultater, da vi ser at studentene var enda mer fornøyd med de studentaktive metodene dette semesteret enn i det foregående. Hvis denne formen for undervisning skal være effektiv, bør gruppelærerne få en grunntrening i hvordan studentaktiv undervisning bør gjennomføres. Dette støttes også av annen forskning (Andrews et al., 2011; Hughes and Ellefson, 2013). Det er ikke gitt at en hvilken som helst person skal egne seg som lærer for 30 - 40 studenter, uten noen form for opplæring eller veiledning i hvordan undervisning bør foregå. Flere undersøkelser har vist at opplæring av gruppelærerne er en viktig faktor for at disse skal lykkes. I en studie ble en gruppe lab-assistentene delt i to grupper hvorav den ene gruppen fikk opplæring i utforskende arbeidsmetoder, mens den andre gruppen fikk ordinær opplæring. Kun to av totalt fem opplæringstimer var forskjellige mellom disse gruppene. Allikevel viste det seg at de lab-assistentene som hadde fått opplæring i utforskende arbeidsmetoder i lang større grad gjorde studentene motivert, de lærte mer og de fikk bedre karakter på eksamen (Hughes and Ellefson, 2013). En annen studie fra fysikk viste at gruppelærere som får opplæring og oppfølging av emneansvarlige samt har god kontakt med fagpersoner og andre gruppelærere gjennom semesteret, blir tryggere på sin undervisning og føler seg bedre rustet til å møte hver enkelt student. En annen viktig faktor er at gruppelærerne selv føler seg inkludert i et faglig felleskap og utvikler dermed en faglig integritet som er av betydning for deres egen faglige prestasjon (Close, 2016).

Det er heller ikke gitt at alle umiddelbart ønsker å drive denne type undervisning, den krever mer forberedelse og skiller seg fra tradisjonell undervisning som mange kjenner igjen fra sin egen studietid og syntes fungerte godt (Waldrop, 2015). Det kan slik ligge mye skepsis til denne type undervisning også blant gruppelærerne. Vi vet imidlertid i dag at studentaktiv undervisning drevet på riktig måte, øker både læringsutbyttet for studentene og senker strykprosenten (Freeman et al., 2014). Et syn på undervisning som noe annet enn ren kunnskapsoverføring, krever derfor at de som skal gjennomføre denne undervisningen trenes i ulike metoder tilpasset studentaktiv undervisning og forstår hvorfor dette er fruktbart. Ønsker man å kollektivt utvikle en ny praksis er det blant annet viktig å ha en positiv vilje til endring og nytenkning, en systematisk refleksjon over egen praksis og en kollektiv delingskultur (Ollestad and Tveit, 2016).

Å trekke noen konklusjoner om økt læringsutbytte ut fra dette prosjektet er ikke mulig. Det er allikevel godt dokumentert andre steder at studentaktive metoder har en positiv effekt (Freeman et al., 2014). Det vi derimot tydelig ser i dette pilotprosjektet, er at studentenes motivasjon og interesse for faget er økt gjennom studentaktiv undervisning. De sier også selv at de lærer mer, forbereder seg bedre og trives bedre i grupper der slik undervisning foregår, slik som vi ser av tabell 3. Og dette i seg selv er en god kilde til økt læring.

Studentene har også fått praktisert en rekke ulike metoder som de i sin tur kan bruke i videre læring. For lektorstudentene og ellers andre studenter som selv en gang i framtiden skal drive undervisning eller annen formidling, vil også dette være en gyllen anledning til metakognisjon og å opparbeide seg et godt utgangspunkt for et fagdidaktisk grunnlag i biologi. Vi tror at prosjektet også kan ha stor overføringsverdi til gruppeundervisningen andre steder, og håper at ideene herfra kan få videre følger for gruppeundervisningen på sikt.

## 5 TAKK TIL

Studenter, gruppelærere og andre fagpersoner som har deltatt og gitt positive erfaringer i prosjektet. Arbeidet er støttet av studiekvalitetsmidler fra det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, UiO.

## REFERANSER

- Andrews, T.M., M.J. Leonard, C.A. Colgrove, and S.T. Kalinowski. 2011. Active Learning Not Associated with Student Learning in a Random Sample of College Biology Courses. *CBE-Life Sciences Education*. 10:394-405.
- Close, E.W., Conn, J., Close, H. G. 2016. Becoming physics people: Development of integrated physics identity through the Learning Assistant experience. *Physical Review Physics Education Research*. 12.
- Coley, J.D., and K. Tanner. 2015. Relations between Intuitive Biological Thinking and Biological Misconceptions in Biology Majors and Nonmajors. *CBE-Life Sciences Education*. 14.
- Freeman, S., S.L. Eddy, M. McDonough, M.K. Smith, N. Okoroafor, H. Jordt, and M.P. Wenderoth. 2014. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 111:8410-8415.
- Hake, R.R. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*. 66.
- Hughes, P.W., and M.R. Ellefson. 2013. Inquiry-based training improves teaching effectiveness of biology teaching assistants. *PLoS One*. 8:e78540.
- Ollestad, A., and A. Tveit. 2016. Dette må skolene tenke på for å styrke den kollektive bevisstheten. *Utdanningsnytt*.
- Utdanningsdirektoratet. 2013. Temaene i elevundersøkelsen; Vurdering for læring.
- Waldrop, M.M. 2015. Why we are teaching science wrong, and how to make it right. *Nature*. 523:272-274.

# IKT kompetanse blant studenter. Er vi klar for fremtiden?

Marcin Fojcik, *Institutt for ingeniør- og teknologifag, Høgskulen på Vestlandet*

Joanna Galek, *Institutt for sykepleie, Høgskulen på Vestlandet*

Martyna Fojcik, *student på Lektorutdanning i realfag, Universitetet i Agder*

**SAMMENDRAG:** Artikkelen beskriver utfordringer knyttet til bruk av IKT på utvalgte studier og diskuterer om grunnskole og høgskoleutdanning forbereder kandidatene godt nok til å være kritiske brukere av digital kompetanse. Det er flere tiltak fra Utdanningsdirektoratet som omtaler viktigheten av digital kompetanse under utdanning og i senere arbeidsliv, dermed skal vårt forskning kartlegge i hvilken grad disse tiltak blir fullført. Utdanningsprogram i alle studieretninger på universitets- og høgskolenivå skal være tilpasset til arbeidsbehov fra næringsmiljø, gi forståelse av standarder og trender i fagområde, samtidig skal den være gjennomført ifølge pedagogiske regler. Det gjelder også for praktisk og teoretisk bruk av IKT. Formålet med studie er å undersøke kunnskapsnivå innen IKT blant sykepleie- og ingeniørstudenter som møter databaserte systemer hver dag i arbeidslivet. Data er samlet fra første-, andre- og tredje års studenter på Høgskolen på Vestlandet, ved hjelp av en kunnskapstest. Funna tyder på at studentene har ulike kunnskaper og forståelse, innen digital kompetanse. Noen temaer er kjent og behersket, i større grad enn det er stilt krav for, mens andre er svært lave, og dekker ikke grunnbehov. Største mangel på kunnskap finns innen digital sikkerhet. De fleste studentene mangler denne kunnskapen fra før, samtidig som den blir ikke dekket gjennom høyere utdanning på fagfelt som ikke er direkte knyttet til informatikk. Dette fører til at ferdigutdannet studenter mangler digitale ferdigheter innen sitt fagfelt. For å utdype studentenes kunnskaper trengs det tiltak som kan skape en felles forståelse for digitale kunnskaper, og bidra til bedre utvikling og vedlikehold av IKT. I dagens post-moderne og digitale samfunn trenger vi å utdanne IKT- kompetente arbeidstakere for vår framtid.

**Nøkkelord:** IKT-kompetanse, studenter, digital kompetanse

## 1 INNLEDNING

I dagens digitale verden er digitale ferdigheter og kompetanse stadig mer ettersøkt, og informasjon og kommunikasjonsteknologi (IKT) i skolen har vært et viktig satsingsområde i Norge. Læreplanverket for Kunnskapsløftet (LK06) har introdusert digitale ferdigheter som en av fem grunnleggende ferdigheter barn og unge skal tilegne seg gjennom opplæringen, på linje med å lese, skrive, regne og kunne uttrykke seg muntlig (Utdanningsdirektoratet, 2016)

Gjennom utdanning skal studentene få kunnskaper om og forståelse for kritisk bruk av digitale ferdigheter både i hverdags- og arbeidslivet. Egne erfaringer, litteratur og offentlige dokumenter underbygger tesen om at helsepersonell trenger mer IKT-kunnskap (Andersen & Riise, 2012). Liknende problem kan en se blant ingeniører. Forskjellen er at ingeniører har mulighet til å rette opp eventuelle misoppfatninger eller manglende kunnskap gjennom sin utdanning, med en utdanningsprogram innen helse mangler det. Wilhelmsen (med flere.) har i sin forskning for IKT-monitor funnet at 2/3 av studentene har behov for mer opplæring innen IKT-bruk, og 4/10 opplever at de ikke får godt nok opplæring til sine behov (Wilhelmsen, 2009)

Artikkelen presenterer resultatene av undersøkelsen gjennomført blant ingeniør- og sykepleiestudenter i lys av eksisterende forskning på dette området. Vi prøver å svare på følgende problemstilling: Hvor mye digital kompetanse har studenter innen sykepleie- og ingeniørutdanning, fra grunnskole og videregående opplæring? Målet med undersøkelsen er å få innsikt i kunnskapsnivå innen IKT blant studentene, og sammenlikne det med kravene fra Utdanningsdirektoratet.

## **2 INFORMASJONS- OG KOMMUNIKASJONSTEKNOLOGI (IKT) OG DIGITALKOMPETANSE**

Store Norske Leksikon (2009) definerer Informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) som teknologi for innhenting, overføring, bearbeiding, lagring og presentasjon av informasjon. IKT dreier seg om mye mer enn bare et verktøy. Det dreier seg om kunnskap og kompetanse om hvordan ulike verktøy skal brukes. Digital kompetanse omfatter evnen til å ta i bruk de mulighetene som finnes i IKT, og å utnytte dem kritisk og innovativt i læring og arbeid. Digital kompetanse omfatter også evnen til kildekritikk og vurdering av innhold (Moderniseringsdepartementet, 2009). Slik definisjonen viser består IKT-kompetanse av ferdigheter, kunnskaper, kreativitet og holdninger (Blix & Eriksen, 2012).

Generelle kunnskaper om bruk av tekst- og presentasjonsprogrammene, samt digital kompetanse til å mestre samhandling og kommunikasjon med medstudenter og lærere er viktig basis for å kunne være student i dag (Blix & Eriksen, 2012). Undersøkelser viser at studentene er aktive brukere av internett og nettressurser, men de mangler en del grunnleggende ferdigheter knyttet til digital produksjon av innhold. I en annen undersøkelse kommer det fram at fagansatte i høyere utdanning opplever ofte at studentene kan ikke avansert bruk av tekstbehandlingsverktøy (Word) eller regneark (Excel). Studentene er beskrevet også som «svake» når det gjelder kildekritikk (Tømte & Olsen, 2013). Det peker på behov for å styrke digital kompetanse tidligere i utdanningsforløpet. Undersøkelse gjennomført i 2013 viser at lærere og elever i grunn- og ungdomsskole fortsatt mangler relativt grunnleggende digitale ferdigheter (Hatlevik, Thronsen, & Gudmundsdottir, 2015). Mulig som konsekvens av dette er at situasjon i høyere utdanning er ikke helt optimal, noe som konstaterer rapporten Digital tilstand 2014 (2015). Teknologibruken i høyere utdanning er nemlig i liten grad forankret i fagplaner, emnebeskrivelser og arbeidskrav. Aktivitet i praksis er styrt av enkeltpersoner og ildsjeler, og framstår som tilfeldig. Innenfor høyere utdanning ser vi at det legges vekt på bruk av digitale verktøy og digital infrastruktur, men det har vært lite fokus på digital kompetanse. Selvrapportert behov for opplæring blant studentene var 24% i tekstbehandling, 27% i bruk av digital læringsplattform og hele 70% i kildesøk og referanseteknikker (Norgesuniversitetet, 2015).

## **3 DESIGN OG METODE**

Dette prosjektet har en kvantitativ tilnærming, men data fra åpne spørsmål er analysert ved hjelp av kvalitativ metode. Det ble utviklet eget spørreskjema ut fra hensikten med studien, og som var knyttet til bruk av datautstyr og programmer, sikkerhet og forventninger. Spørsmål ble delt i tre kategorier, på bakgrunn av definisjon av digital kompetanse, og disse er: kunnskap, ferdigheter og holdninger. I den delen av undersøkelse som handler om holdningene ble det også lagt spørsmål om forventningene i forhold til bruk av IKT. I tillegg ble respondentene bedt om å vurdere sine kunnskaper på en skala fra svært god, god, middels, dårlig og svært dårlig. Det ble laget fasit svar og vurderingsskala fra 1 - 4 til disse spørsmålene, hvor 1 tilsvarte dårlig og 4 veldig bra. Åpne spørsmål kan gi rik informasjon fordi respondenter kan fritt formulere svarene. Informasjon samlet ved hjelp av slike spørsmål krever kvalitativ analyse (Ringdal, 2013). Disse kvalitative utsagn ble vurdert av to uavhengige forskere, en med medisinsk og en med datafaglig bakgrunn, kodet og analysert statistisk. Resultater på spørsmål i de forskjellige delene ble summert for å kunne si noe om kunnskapsnivå de forskjellige gruppene respondenter ligger på.

Undersøkelsen ble gjennomført i 2015 og 2016. Skjema ble delt ut i papirform. Deltakelse var frivillig. Til sammen deltok 80 studenter: 1. 2. og 3. års ingeniørstudenter og 1. års sykepleiestudenter. Ingen personlige data ble registrert i spørreskjema.

#### 4 RESULTATENE OG DISKUSJON

Resultatene av spørreundersøkelsen er presentert i diagram Diagram 1. IKT kompetanseområder er delt inn etter Utdanningsdirektoratet (2016).

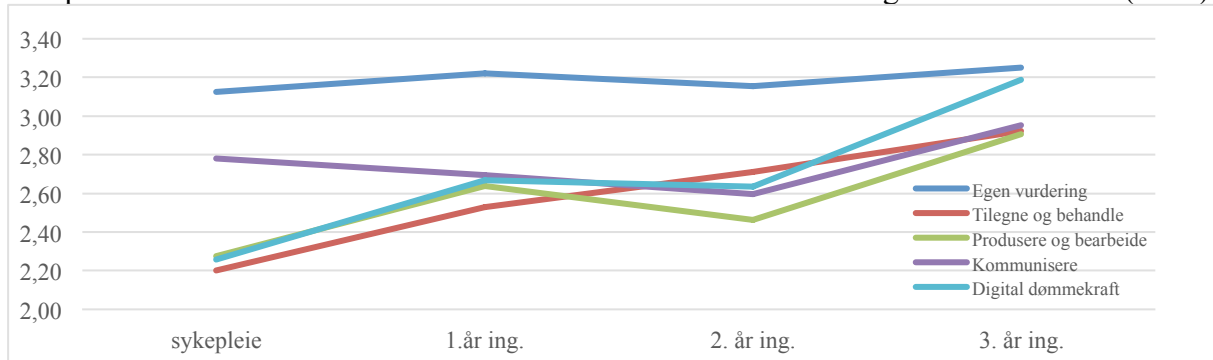


Diagram 1. Resultater fra undersøkelsen.

Kartlegging viser at alle studenter har gode, grunnleggende kunnskaper og ferdigheter innen grunnleggende IKT-områder, som for eksempel bruk av teksteditor eller internettlesere. På andre områder som behandling eller praktisk bruk skårer sykepleiestudenter lavere enn ingeniørstudenter. På et viktig og svært sårbart område som er kunnskap om data- og kommunikasjonssikkerhet er det bare 3. års ingeniørstudenter som skårer tilfredsstillende.

Analyse av enkelte spørsmål viser at studentenes kunnskap innen IKT er ikke tilfredsstillende. Disse funn samsvarer med det hvordan Tømte og Olsen (2013) beskriver studentenes digitale kompetanse innen bruk av nettressurser og manglende ferdigheter knyttet til digital innholdsproduksjon. De påpeker at studentene ikke kan avansert bruk av tekstbehandlingsverktøy eller regneark. Dette har vi også funnet i våre resultater. Ingeniørstudenter viste en litt mer aktiv rolle i utvikling og oppgradering av programvare.

Resultatene fra undersøkelsen viser at studentene vurderer sin kunnskap om IKT ganske godt. Sykepleiestudenter viser en tendens til å overvurdere sine kunnskaper, siden de presterer dårligere enn det de selv trudde. Ingeniørstudentene ser ut til å ha en realistisk vurdering av egne kunnskaper.

Tidligere sitert rapport Digital tilstand 2014 (2015) peker også på behov for opplæring. Dette bekrefter våre funn.

På HVL (tidligere HiSF) begynner sykepleiestudenter og ingeniørstudenter i utgangspunktet fra same nivå, men i motsetning til sykepleiere, har ingeniørene 50 ECTS innen digitale ferdigheter gjennom sitt utdanningsløp (HiSF, 2016). Mest av IKT undervisning er på 3 siste semester. Det er synlig at 1. og 2. klasse (som var testet på høst semestret) har lavere kunnskaper enn 3. klasse.

#### 5 KONKLUSJON

IKT- kompetanse blant studentene er på et nivå som er tilfredsstillende i studiesituasjon, men den er ikke tilfredsstillende for å møte utfordringer i arbeidslivet som sykepleier eller ingeniør. Studentens ferdigheter er ikke like i forskjellige IKT områder. Mange studenter savner kunnskapp om avansert tekstbehandling. De viser at de kan bruke internett tjenester men ikke på en trygg og effektive måte.

Ulike utdanningssystem fører til forskjeller i tilnærming til problemet mellom kandidatene til de to profesjonene. Likevel viser resultatene at det er behov for mer undervisning om digitale ferdigheter i begge utdanningene, særlig sykepleieutdanning. Det bør vurderes å innføre felles profilert undervisningsopplegg innen IKT-tematikken for alle studenter for å skape felles forståelse og bidra til bedre utvikling og vedlikehold av IKT-løsninger. Et slikt opplegg bør være spesielt rettet mot praktisk bruk av IKT i arbeidssammenheng for å utvikle gode digitale kunnskaper blant studentene som er vår framtid. Programmer som setter mål å lære elever om programmering (Smedsrød, 2017) er sikkert

interessant, men ikke alle må være datamaskinprogrammerere. Det viktigste er kunnskap om trygghet, sikkerhet og etisk bruk av IKT som gjelder oss alle i den digitale verden i dag.

## BIBLIOGRAFI

- Andersen, S. T., & Riise, R. (2012). Hvilken IKT-kompetanse bør en helsearbeider ha? I S. Blix, N. Anderssen, & T. Størdal, *helse.digital*. Cappelen Damm AS.
- Blix, S., & Eriksen, L. (2012). IKTs plass i desentralisert utdanning. I S. Blix, N. Anderssen, & T. Størdal, *helse.digital*. Cappelen Damm Akademisk.
- Hatlevik, O. E., Thronsen, I., & Gudmundsdottir, G. B. (2015). Oppsummering og veien videre. I O. E. Hatlevik, & I. Thronsen, *Læring av IKT. Elevenes digitale ferdigheter og bruk av IKT i ICILS 2013*. Universitetsforlaget. Hentet fra <https://www.idunn.no/file/pdf/66811084/laering-av-ikt.pdf>
- HiSF. (2016). *studiehandbok.hisf.no*. Hentet fra <http://studiehandbok.hisf.no/no/content/view/full/15991>
- leksikon, S. n. (2009, februar 14). *Informasjons Og Kommunikasjonsteknologi*. Hentet april 29, 2016 fra <https://snl.no>: [https://snl.no/informasjons-\\_og\\_kommunikasjonsteknologi](https://snl.no/informasjons-_og_kommunikasjonsteknologi).
- Moderniseringsdepartementet. (2009). *eNorge 2009 – Det digitale spranget*. Hentet 04 23, 2016 fra [https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fad/vedlegg/ikt-politikk/enorge\\_2009\\_komplett.pdf?id=2224951](https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fad/vedlegg/ikt-politikk/enorge_2009_komplett.pdf?id=2224951)
- Norgesuniversitetet. (2015). *Digital tilstand 2014*. Tromsø: Norgesuniversitetets skriftserie nr1/2015.
- Ringdal, K. (2013). *Enhet og mangfold. Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode*. (3. utgave. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Smedsrød, M. (2017, 01 20). *Programmering blir valgfag i ungdomsskolen*. Hentet fra <https://iktsenteret.no>: <https://iktsenteret.no/aktuelt/programmering-bli-Valgfag-i-ungdomsskolen>
- Tømte, C., & Olsen, D. S. (2013). *IKT og læring i høyere utdanning*. NIFU.
- Utdanningsdirektoratet. (2017, 01 20). *Digitale ferdigheter*. Hentet fra <https://www.udir.no>: <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/grunnleggende-ferdigheter/digitale-ferdigheter/>
- Wilhelmsen, J. Ø. (2009). Digitale utfordringer i høyere utdanning, Norgesuniversitetets IKT-monitor. *Norgeuniversitetets skriftserie nr.1/2009*,.

# Å tilrettelegge for at lektorstudenten lærer å lære fra seg i første semester

Amir Hashemi, *Avdeling for ingeniør- og økonomifag, HVL*, Sigrun Eriksdotter Eggereide, *Integrert lektorutdanning, Det Matematisk-naturvitenskapelige fakultetet, UiB*

**ABSTRAKT:** Vi ønsker å dele erfaringer fra en workshop som har blitt arrangert for lektorstudentene som går sitt første semester på lektorutdanningen ved UiB, og tar fordypning i realfag og matematikk. Vi vil i denne artikkelen undersøke hvordan kan en studentaktiv metode kan bidra til lærerstudentenes profesjonsutvikling. Den studentaktive metoden vi referer til er den workshopen vi har arrangert, og målet var at den skulle bidra til at studentene fikk ferdigheter til å reflektere over sin egen læringsprosess, og pedagogisk, faglig og fagdidaktisk trygghet. Ønsket var at studentene også fikk erfare mestring og få trening i å kommunisere med deres lærende. Disse elementene kan gi studentene gode erfaringer med lærerrollen før hoveddelen av lærerpraksisen, som kommer først på fjerde året.

## 1 BAKGRUNN

Det står i nasjonale retningslinjer for lektorutdanningen for 8-13 trinn (UHR, 2015) at «Lærerutdanninger skal være profesjonsrettede og integrerte, praksisnære og relevante, forskningsbaserte og utviklingsorienterte, krevende og ha høy kvalitet». Det står også at «Utdanningene skal bidra til at studentene opparbeider en kritisk og reflektert holdning til egen praksis og kan arbeide med endrings- og utviklingsarbeid i egen organisasjon».

Mange vil si at det viktigste med å være lærer handler om å formidle sitt fag til de lærende på en god måte. En stor del av denne formidlingen er å kunne forklare det faglige på mange ulike, men like gode måter. For å få til dette kreves det en dyp og grundig forståelse av faget, som når langt ut over det som skal formidles.

I den femårige lektorutdanningen på Universitetet i Bergen har studentene fordypningen i sine fag separat fra pedagogikk og didaktikk. En kan da stille spørsmålet om når i lektorutdanningen ved universitetet de fremtidige lærerne skal tilegne seg denne kunnskapen om hvordan man best forklarer fag. Lærer de dette ved å høre på sine forelesere i matematikk, kjemi, fysikk eller biologi? Lærer de det i pedagogikken eller i didaktikken? Mange lektorstudenter mener at denne typen kunnskap er noe som må opparbeides ved erfaring, prøving og feiling, og da særlig i undervisningspraksisen. Men det er først på fjerde året studentene får komme ut i praksis og ha hovedansvaret for undervisningen. Didaktikkworkshopen har dermed vært et forsøk på å sette i gang denne prosessen med å tilegne seg disse ferdighetene allerede første semester på lektorstudiet.

Praksisen i lektorutdanningen ved UiB har vært mye diskutert det siste året. I denne debatten fremmer studentene at de ønsker å kunne dedikere seg fullt og helt til praksisen, men ikke får muligheten til dette slik studiet er lagt opp. Det er i praksisen man får brukt og knyttet sammen alle de teoretiske kunnskapene man har tilegnet seg på universitetet (Eggereide, S., 2016). I denne debatten i studentavisen Studvest kommer det frem hvor opptatte lektorstudentene er av kvalitet i praksisen sin. Fagutvalget for integrert lektorutdanning (FIL) opplever også at mange studenter hadde ønsket at praksisen kom tidligere i studieløpet. Slik utdanningsløpet er lagt opp nå ved UiB har studentene 7 dager praksis hver høst de første tre årene, og på fjerde året har de 49 dager i høstsemesteret og 30 dager i vårsemesteret (Studieplan, 2016). De første tre årene er hovedfokuset på observasjon (Emnebeskrivelse 2017b, 2017c, 2017d), og det er først på fjerde året at studentene får hovedansvaret for undervisningen i en klasse (Emnebeskrivelse, 2017a). Dette er en av grunnene til at vi mener at workshopen kan være viktig for studentene. Det tar lang tid før de virkelig får prøvd seg på å undervise, og ved hjelp av denne arbeidsmetoden får de prøvd litt tidligere. I workshopen får de forberedt seg på hvordan det er å forklare matematikk for andre studenter, og får dermed forberedt seg på lærerrollen og den praksisen de skal ha senere i studieløpet.



## 2 PROBLEMSTILLING OG METODE

Vår problemstilling er ”Hvordan kan en studentaktiv metode tidlig i studiet bidra til lærerstudentenes profesjonsutvikling”? Vi bruker erfaringene til de studentene som har deltatt i workshopen til å studere hvilken rolle workshopen har spilt for dem. Her ønsker vi å undersøke om studentene føler det har påvirket deres selvtillit som lærer, læringsprosesser i de videre studiene og opplevelse av fremgang i praksisen senere i studiet. I dette arbeidet har vi benyttet en kvalitativ didaktisk forskningsmetode. Det empiriske materialet er basert på samtaler med studentene som deltok i workshopen og feedback på e-post i løpet av studiene om hvordan workshopen har påvirket deres læring og praksis. Noen av studentenes tilbakemeldinger er inkludert i artikkelen.

## 3 REDEGJØRELSE OG DRØFTING

Workshopen er arrangert av FIL og har bestått av seks samlinger der mentoren har presentert et emne og bedt studentene reflektere over detaljene i dette emnet. Lektorstudentene har fått utdelt oppsummeringsnotater og oppgaver med fasit som senere skal regnes på tavla. De får tid til å tenke litt individuelt, og deretter gjøre en utregning på tavla hvor de fortløpende får tilbakemeldinger fra mentor og sine medstudenter.

Fordelen med et slikt undervisningsopplegg i det første semesteret til lektorstudentene er at det kan dreie studentenes fokus mot å lære faget for å undervise i det, i tillegg til at de blir vant til å ha rollen som underviser. Disse erfaringene kan de ta med seg videre i studiene. Vi mener at en slik type workshop hvor lærerstudentene får prøvd seg på underviserrollen er viktig av ulike grunner. Studentene får mulighet til å reflektere over sine egne læringsprosesser og kan få tilbakemeldinger fra sine medstudenter i et trygt læringsmiljø. De får mulighet til å oppleve mestingsfølelse ved å få til det å undervise, som kan føre til bedre selvtillit, som er en viktig faktor for læring (Norman, Marie and Hyland, Terry, 2003). De blir også vant til å kommunisere med sine lærende, og venner seg til å få og forholde seg til konstruktive tilbakemeldinger. Dette kan forberede dem på den prosessen de senere skal inn i når praksisperiodene begynner, som går ut på å analysere sin egen undervisning og være kritisk reflekterende ovenfor sin egen praksis (Emnebeskrivelse, 2017a).

Da Amir underviste i ”Brukerkurs i matematikk” ved UiB høsten 2013 ble workshopen arrangert for første gang. Amir spurte en av deltakerne på workshopen om å komme og regne en oppgave på tavlen, noe som studenten gjorde og forklarte matematikken underveis. På denne forelesningen var det ca 200 studenter tilstede, og for forfatterne var dette en indikasjon på at workshopen hadde den effekten vi ønsket – nemlig at studentene har tilegnet seg både formidlingsferdigheter og selvfølelse.

Tilbakemeldinger fra noen lektorstudenter som deltok på workshopen kan leses i sin helhet her (Tilbakemeldinger, 2016). Studentene forteller om at workshopen bidro til at de ble mer komfortabel med å stå foran tavla, fikk god øvelse i å formidle, at tilbakemeldingene fra de andre studentene var nyttige, og at de syns workshopen var lærerik.

Det er tydelig at lektorstudentene er klar over at det kreves mer av dem enn at de skal være reflektert over sine egne læringsprosesser. De studerer ikke bare for å lære selv, men for å lære å formidle det de kan til andre. En stor del av denne formidlingen er å kunne forklare det faglige på mange ulike, men like gode måter. For å få til dette kreves det en dyp og grundig forståelse av faget, som går langt ut over det som skal formidles (Ingvarson, Beavis & Kleinhenz, 2007). Vi mener at jo tidligere lektorstudentene får prøve seg på lærerrollen, jo mer sannsynlig er det at de tidlig begynner å reflektere over sin formidlingskompetanse. Dette blir støttet av ulik litteratur, som vi kommer videre inn på i artikkelen.

Ferdigheter og kunnskap som en skal lære seg må praktiseres gjentatte ganger i stadig mer komplekse sammenhenger for at lærerkandidaten skal lære. Derfor bør lektorstudentene ha en praksisbasert utdanning for å få muligheten til refleksjon og tilbakemeldinger. Slike erfaringer hjelper studentene å bli uavhengige (Beed, Hawkins & Roller, 1991). Ball og Cohen (1999) beskriver også viktigheten av en profesjonsbasert lærerutdanning, men påpeker at praksisen ikke nødvendigvis alltid trenger å være nøyaktig slik det kommer til å være i det fremtidige yrket til studentene. Det viktige er at man definerer de sentrale aktivitetene i lærerprofesjonen og at man velger ut materiale å arbeide med som skaper en riktig fremstilling av yrket, men likevel kan tilpasses til studentens nivå (Ball & Cohen, 1999). Vi mener at workshopen er bygget opp rundt disse prinsippene. Undervisning er utvilsomt en sentral aktivitet i lærerprofesjonen, og studentene får mulighet til å øve seg på den situasjonen. Men

nivået er tilpasset deres aktuelle nivå, ved at faget som de arbeider med er et fag de følger samme semester.

Darling-Hammond (2006) beskriver tre utfordringer som en nyutdannet lærer må takle. Den første utfordringen er at den nyutdannede må begynne å se på undervisning på en annen måte, hvor egne erfaringer som elev eller student må adskilles fra den nye kunnskapen om å undervise. Den andre utfordringen er at den nyutdannede må både lære seg å tenke som en lærer, men også oppføre seg som en lærer. Den tredje utfordringen innebærer at de må kunne tilpasse den komplekse undervisningssituasjonen til det aktuelle klasserommet og den aktuelle situasjon, som kan endres på et øyeblikk. Hun trekker deretter frem mange trekk ved de lærerutdanningene som forbereder lærerstudentene godt på det som venter. Et av disse trekkene er at studentene får en veiledet lærerpraksis hvor aktivitetene er velvalgte og tett vevet sammen med fagstoffet som lærerstudentene skal lære (Darling-Hammond, 2006). En kan tenke seg at en slik workshop som beskrives i denne artikkelen kan være en god måte å veve praksis sammen med fagstoffet, og dermed forberede lærerstudentene på de utfordringene som møter dem i skolen. Harwell (2003) påpeker at den profesjonelle utviklingen til en lærerstudent eller lærer ikke er skjer i en isolert hendelse, men er en prosess. Målet med workshopen er å bidra til denne prosessen som er studentens profesjonelle utvikling.

Assosiasjonistiske, kognitive og situative perspektiver er sentrale begreper i læringsteorier. Ved å bruke de situative brillene vil vi undersøke læringen til lærerstudentene i ulike situasjoner. Disse situasjonene inkluderer universitetets kurs i naturvitenskapene og matematikk, pedagogikk og fagdidaktikk, skolens praksisfelt (praksisperioden), og forberedende erfaringer (workshop og refleksjon i grupper). For å forstå en lærerstudents læring – i følge det situative perspektivet – må en studere læringen i disse ulike situasjonene, og ta hensyn til både de enkelte lærer-elev-forholdene og de fysiske og sosiale systemene der studentene er deltakere (Putnam og Borko, 2000). På lignende måte beskriver Cohen og kolleger lærerpraksisen som en samhandling og en interaksjon mellom lærerstudentene, lærerutdannere, innholdet i utdanningen (det som skal læres) og omgivelsene (Cohen, Raudenbush & Ball, 2003). Det er dermed viktig å se det helhetlige bildet av en lærerstudents studiehverdag. Studentaktive metoder som workshopen vi har arrangert kan være en slik aktivitet som knytter fagstoffet tettere sammen med didaktikken, og dermed tilrettelegger for et godt samspill mellom de ulike delene av lærerutdanningen.

Ingvarson, Beavis & Kleinhenz (2007) har studert hva som karakteriserer en effektiv lærerutdanning, altså hva som gjør at lærerutdanningen forbereder studentene for deres fremtidige yrke. De fant blant annet at det er essensielt med en praksiserfaring hvor det er muligheter for å få tilbakemelding på sin undervisning. De påpeker at dette lenge er blitt ansett som vitalt for at lærerstudenten skal kunne utvikle nye ferdigheter og implementere disse i undervisningen. Lærerutdanning er en profesjonsbasert utdanning, og praksisen må tilrettelegges slik at lærerkandidatene kan utvikle seg og praktisere deres faglige, didaktiske og pedagogiske kunnskap (Ingvarson, Beavis & Kleinhenz, 2007). Workshopen som er blitt arrangert på UiB tilrettelegger for en mulighet for å få tilbakemelding på undervisning. Denne muligheten er i utgangspunktet svært begrenset de første årene av utdanningen, da praksisperiodene er på maksimalt syv dager i året, de første tre årene (Studieplan, 2016). På denne måten kan workshopen bidra til å tidligere begynne å forberede studentene på den viktige delen av læreryrket som består av å hele tiden forbedre sin undervisning.

Lærerstudentene trenger muligheter til å prøve ut sine idéer i praksis og kunnskap om og støtte til å reflektere over og tolke praksis (Darling-Hammond, 1998). Schön (1983, 1987a, 1987b) påpeker at lærerstudentenes teoretiske kunnskaper og innsikt kan spille en rolle i studentenes adferd i undervisningen, men at dette ikke er avgjørende for undervisningens kvalitet. De reflekterende praksisene som innebærer å vurdere sin undervisning, ikke bare i forkant og etterkant av undervisningen, men også mens undervisningen pågår, er det som er avgjørende for undervisningens kvalitet. Dette omtales som ”refleksjon under handling”. Adler (2000) beskriver lærerutdanning som en prosess der kandidaten blir mer kunnskapsrik ved å praktisere undervisning, og øker dermed sin kompetanse ved å utøve læreryrket i praksis.

#### 4 OPPSUMMERING

Det er godt dokumentert av forskning at praksis i lærerutdanningen er svært viktig. Erfaringene vi har gjort oss og tilbakemeldingene vi har fått indikerer at det er nødvendig å ha praksis tidligere enn den er

i dag på UiB. En slik workshop som vi har beskrevet, der studentene er med å observere, gi tilbakemeldinger til medstudenter, er med å presentere og få tilbakemeldinger, kan hjelpe studentene med å utvikle sine didaktiske, pedagogiske og faglige ferdigheter. Det å få mulighet til refleksjon, gi og få tilbakemeldinger kan gi lærerstudentene trening i å analysere sin undervisning og undervise effektivt, og legge grunnlaget for å fortsette med refleksjonene i de videre studiene og i yrket som lærer. Vi mener derfor at et slikt undervisningsopplegg kan føre til positive effekter for en lærerstudents profesjonsutvikling.

Herved vil vi takke FIL og Marianne Jensen ved matematisk institutt (UiB) for å ha tilrettelagt matematikk didaktikk workshopen.

## REFERANSER

- Adler, J. (2000). Social practice theory and mathematics teacher education: A conversation between theory and practice. *Nordic Mathematics Education Journal*, 8 (3), s. 31-53.
- Ball, D. L. & Cohen, D. K. (1999). Developing practice, developing practitioners: Toward a practice-based theory of professional education. In G. Sykes and L. Darling-Hammond (Eds.), *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice* (s. 3-32). San Francisco: Jossey Bass.
- Beed, P. L., Hawkins, E. M., & Roller, C. M. (1991). Moving learners toward independence: The power of scaffolded instruction. *The Reading Teacher*, 44(9), s. 648-655.
- Cohen, D. K., Raudenbush, S. W., & Ball, D. L. (2003). Resources, instruction, and research. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 25, s. 119-142.
- Darling-Hammond, L. (1998). Teachers and teaching: Testing policy hypotheses from a national commission report. *Educational Researcher*, 27 (1), s. 5-15.
- Darling-Hammond, L. (2006). Constructing 21st-century teacher education. *Journal of Teacher Education*, 57(3), s. 300-314.
- Eggereide, S. (2016). UiBs dyktige lektorer med hjertet i praksis. *Studvest*. Hentet fra: <http://www.studvest.no/uibs-dyktige-lektorer-med-hjertet-i-praksis/>
- Emnebeskrivelse ILPRA101. For MAMN-LÆRE Lektorprogram i naturvitenskap og matematikk (vår 2017). Hentet fra <http://www.uib.no/emne/ILPRA101>
- Emnebeskrivelse KOPRA101. For MAMN-LÆRE Lektorprogram i naturvitenskap og matematikk. (vår 2017). Hentet fra <http://www.uib.no/emne/KOPRA101>
- Emnebeskrivelse KOPRA102. For MAMN-LÆRE Lektorprogram i naturvitenskap og matematikk. (vår 2017). Hentet fra <http://www.uib.no/emne/KOPRA102>
- Emnebeskrivelse KOPRA103. For MAMN-LÆRE Lektorprogram i naturvitenskap og matematikk. (vår 2017). Hentet fra <http://www.uib.no/emne/KOPRA103>
- Harwell, S. H. (2003). Teacher professional development: It's not an event, it's a process. *Waco, TX: CORD*. Retrieved January, 21, 2004.
- Ingvarson, L., Beavis, A., & Kleinhenz, E. (2007). *Factors affecting the impact of teacher education programmes on teacher preparedness: implications for accreditation policy*. *European Journal Of Teacher Education*, 30(4), s. 351-381.
- Norman, M. and Hyland, T. (2003). The role of confidence in lifelong learning. *Educational Studies* 29 (2-3), 261-272
- Putnam, R., & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher* 2, 9(1), s. 4-15.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: how professionals thinking action*. New York: Basic Books.
- Schön, D. A. (1987a). *Educating the reflective practitioner*. Washington, DC.: *American Educational Research Association*.
- Schön, D. A. (1987b). *Educating the reflective practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Studieplan for MAMN-LÆRE Lektorprogram i naturvitenskap og matematikk (haust 2016). Hentet fra <http://www.uib.no/studieprogram/MAMN-L%3%86RE/plan>
- Tilbakemeldinger (2016). Hentet fra <http://home.hib.no/ansatte/ahas/fil/tilbakemeld-workshop.pdf>
- UHR (2015). Forskrifter med merknader og gjeldende retningslinjer, for lærerutdanningene. Nasjonale retningslinjer for lektorutdanning trinn 8-13. Hentet fra [http://www.uhr.no/documents/Nasjonale\\_retningslinjer\\_LU\\_8\\_13.pdf](http://www.uhr.no/documents/Nasjonale_retningslinjer_LU_8_13.pdf)

# Formålet med praktisk arbeid i naturvitenskapsundervisningen

Per-Odd Eggen og Jonas Persson, *Skolelaboratoriet, Institutt for lærerutdanning, Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet, NTNU, 7491 Trondheim*

**Abstrakt:** (M)NT-fag er basert på eksperimentelle studier som i kombinasjon med teori har gitt oss den verdensforståelsen vi har i dag. Teknologisk kunnskap og praktikk er i hovedsak basert på manipulering av materialer, energi og informasjon. Derfor er det viktig at man så tidlig som mulig i utdanningen integrerer teori, eksperimenter og praksis på en optimal måte. I yrkeslivet er kunnskap og ferdigheter avgjørende for resultatene av arbeidet. Praktisk arbeid i form av for eksempel laboratoriearbeid utfyller teoretisk kunnskap, men gir også en egen, praktisk rettet kompetanse. Men laboratoriearbeid er både tidkrevende og kostbart, og ofte ikke prioritert i utdanningen.

Det legges ned betydelige ressurser for å skrive læringsmål for undervisningsaktiviteter, og læringsmålene omfatter ofte både teoretisk kunnskap og praktiske ferdigheter. I begge tilfeller er oppnåelsen av læringsmålene avhengig av mange faktorer, som for eksempel undervisningsmetoder og vurderingsordning. Relevansen av læringsmålene har også stor betydning for nytten av læringen relatert til yrket studiet retter seg mot.

Dette kan danne grunnlaget for argumentasjon for og mot praktisk arbeid, og en kritisk gjennomgang av målene for laboratoriearbeid i både kurs og et helhetlig pedagogisk og praktisk perspektiv.

## 1 INTRODUKSJON

*Praktisk arbeid er alle de undervisnings- og læringsaktivitetene i naturfagene hvor studentene<sup>1</sup> på en eller annen måte og i en eller annen fase av aktiviteten observerer eller på annen måte arbeider praktisk med objekter, materialer eller naturfaglige fenomener (van Marion, 2015)*

Eksperimentelt arbeid ofte er både tidkrevende og kostbart, men kan gi grunnleggende ferdigheter og kunnskaper som er sentrale både i utdanning og arbeidsliv. Kostnadene knyttet til investeringer og gjennomføring gjør det viktig å definere klare mål for undervisningsaktivitetene, og å velge aktiviteter som er relevante og som er egnet til å gi studentene den kompetansen de trenger.

For å nå de ulike målene med praktisk arbeid, er det viktig med en grundig diskusjon av hvilke kompetanser vi ønsker at studentene skal oppnå.

## 2 ARGUMENT FOR LABORATIVT ARBEID

I flere undersøkelser er nytten av praktisk arbeid vurdert ved å lete etter en effekt på vurderingsresultatet. Dette kan være meningsløst dersom praktiske ferdigheter ikke er en del av vurderingen. Ett alternativ til tradisjonell vurdering kan være å se teori-læring som et middel, og eksperimentelle ferdigheter som mål, ett annet er å se på praktiske ferdigheter og teoretisk kunnskap som to komplementære tilnærminger.

I dette perspektivet kan det gis flere argumenter for laboratoriearbeid i naturfag:

1. Ferdigheter - praktiske ferdigheter er i mange tilfeller sentral kompetanse.
2. Kompetanse til å koble observasjoner med en hypotese eller konklusjon.
3. Kognitive argumenter - eksperimenter bidrar til utvikling av forståelse.
4. Påvirkning - eksperiment motiverer og gir positive holdninger.
5. Kjennskap til de praktiske sidene ved faget.

Formålet med laboratoriearbeid kan sees i et holistisk perspektiv (generelt for hele studieprogrammet) eller atomistisk (med hensyn til hver enkelt del av studiet).

---

<sup>1</sup> I Peter van Marions originaltekst står det elevene i stedet for studentene. Marion har hentet innholdet i dette sitatet fra

Ser på det store bildet, er det ønskelig at opparbeider ferdigheter i laboratoriet eller det eksperimentelle feltet. Det er mulig å sette opp mål som skal oppfylles i en utdanning [Feisel & Pink 2005].

Etter full gjennomføring av eksperimenter i utdanning skal studenten være i stand til å ...

1. bruke og velge riktig verktøy / instrumenter / datainnsamlingsprogram for å utføre målinger i en gitt situasjon.
2. identifisere begrensninger av teoretiske modeller. Dette kan omfatte å vurdere en teori som beskriver den fysiske situasjonen og kan bekrefte en sammenheng mellom målte data og grunnleggende prinsipper.
3. designe et eksperiment, velge riktig utstyr og praksis, gjennomføre dem, og tolke resultatene.
4. vise evne til å samle inn, analysere og tolke data og trekke konklusjoner fra dem og gjøre estimater om omfang og bruk måleenhetssystemer og enhetskonvertering mellom ulike enhetssystemer.
5. designe, bygge og installere utstyr eller materialer ved hjelp av spesifikke metoder, teste og feilsøke en prototype eller en prosess.
6. identifisere om et suboptimalt resultat kan skyldes defekt utstyr, deler, kode, prosess, eller design, og finne forslag til effektive forbedringer.
7. demonstrere selvstendighet, kreativitet og ferdigheter i problemløsning.
8. identifisere problemer med hensyn til helse, miljø og sikkerhetsrelaterte teknologiske prosesser og aktiviteter, og opptre på en ansvarlig måte å møte dem.
9. dokumentere eksperimentelt arbeid på en planlagt og strukturert måte. Dokumentasjonen skal også være tilgjengelig for andre.
10. kommunisere effektivt om eksperimentelle resultater til bestemte målgrupper, både muntlig og skriftlig, og på nivåer som spenner fra sammendrag til å dekke tekniske rapporter eller vitenskapelige artikler.
11. arbeide effektivt i team, herunder planlegge og strukturere individuelt og kollektivt ansvar; tildele ulike roller, ansvar og oppgaver; overvåke fremgang; holde frister og integrere de enkelte bidrag til et sluttprodukt.
12. Følge høyest mulige etiske standard, inkludert objektivt å rapportere all informasjon og samspille med integritet.

Det er gitt begrunnelser i andre kilder og for andre målgrupper som kan avvike noe fra de som står listet her. (Lunneta og Hofstein, 1982) (van Marion 2015) (Abrahams og Millar 2008).

### 3 I PRAKSIS

De 12 overordnede målene gjelder ikke hver enkelt øvelse, men bør bli belyst i løpet av hele utdanningen. Noen (9 og 10) kan legges inn gradvis, og med økende grad av raffinement.

Laboratoriearbeidet har tradisjonelt blitt gjennomført for å

- • lærer å bruke utstyr
- • introdusere et tema
- • verifisere teori
- • Illustrere et fenomen
- • anvende teori i prosjekter

Praktisk arbeid i naturfagene handler ofte prinsipielt om vitenskapelige metoder; for eksempel å utforme og teste en hypotese, men også hvordan man skal dokumentere, kontrollere og rapportere. I noen tilfeller kan produktutvikling være et eget mål. En viktig side med praktiske aktiviteter er å trene sosiale ferdigheter slik at man kan arbeide effektivt i grupper.

En eksperimentell introduksjon til et tema setter store krav til organiseringen. Det kan være ekstra utfordrende å løse et praktisk problem der man ikke kjenner teorien, og dette må det tas hensyn til i tilretteleggingen.

Historisk eksperimenter kan gi en bedre forståelse av hvordan og hvorfor en teori ble til. Men her er det mange utfordringer knyttet til å forstå samtiden da disse forsøkene ble gjort og hvor langt teknologien og vitenskapen hadde kommet på tidspunktet for forsøket. Det å se på de vanskelighetene

som daværende vitenskapsmenn/kvinner hadde, kan inspirere studenter som har problemer med å forstå i dag, til ikke å miste motivasjonen og det kan hjelpe dem til å forstå bedre.

Praktisk arbeid kan også organiseres som utforskning av en problemstilling. Utforskende undervisning (inquiry based teaching/learning) er et begrep som ikke er spesielt rettet mot praktiske undervisningsaktiviteter, men kombinasjonen av utforskende arbeidsmåter og praktisk arbeid er utbredt i naturfagene. (Knain & Kolstø, 2011) (Minner, Levy og Century, 2010) (Haug, 2014). Med utforskende arbeidsmåter kan praktisk arbeid fungere som en øvelse i problemløsning og strategier for dette. I utforskende arbeid kan det være ulike grader av frihet.

*Tabell: Oversikt over frihetsgrader i et praktisk forsøk:*

Problem	Metode/utstyr	Resultat	Eksempel
Gitt	Gitt	Kjent	Verifisering/gjentakelse av et kjent forsøk
Gitt	Åpent	Kjent	Metodevalg.
Gitt	Gitt	Åpent	Prosjekt med 1 frihetsgrad
Gitt	Åpent	Åpent	Prosjekt med 2 frihetsgrader
Åpent	Åpent	Åpent	Prosjekt med 3 frihetsgrader

#### 4 VURDERING AV PRAKTISKE AKTIVITETER I UNDERVISNINGEN

Det viktigste formålet i en utdanning er at studentene når målene som er satt. Men måloppnåelsen må også vurderes, og ofte gir vurderingsmetodene viktige kriterier for studentenes holdninger til og arbeidsmåter i studiet. Dersom praktiske ferdigheter ikke blir vurdert, eller teller lite for sluttvurderingen, så kan dette innvirke på studentenes motivasjon for å lære, og det gir et signal om betydningen av disse ferdighetene. Vurdering av praktisk arbeid gir også mange muligheter for vektlegging av kompetanse – nøyaktighet, samarbeidsevne, kreativitet, løsningsorientering, strategikompetanse og håndlag er bare noen eksempler på ferdigheter som har stor betydning i arbeidslivet og som kan tenkes å være en del av vurderingsgrunnlaget for praktisk arbeid i undervisningen.

#### 5 UNDERLAG FOR DISKUSJONER

I dagens utdanningssystem er det en tradisjon for å inkludere praktiske aktiviteter i naturfagene. I mange tilfeller er praktiske aktiviteter inkludert i læringsmålene, og det finnes en tradisjon for måling av kompetansen som oppnås. Dagens innarbeidede praksis kan være utgangspunkt for å diskutere mulige forandringer:

- Er de praktiske aktivitetene i undervisningen relevante?
- Kan målene med praktiske aktiviteter tydeliggjøres og beskrives bedre?
- Hvilke arbeidsmåter og problemstillinger kan bidra til å gi studentene ønsket kompetanse?
- Hvilke ferdigheter skal vurderes?
- Hvordan skal disse ferdighetene vurderes?

#### REFERANSER

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30, 1945-1969.
- Feisel, L. D., & Rosa, A. J. (2005). The role of the laboratory in undergraduate engineering education. *Journal of Engineering Education*, 94(1), pp 121-130.
- Haug, B. S. (2014). *Teaching for conceptual understanding in science within an integrated inquiry-based science and literacy setting*. Oslo: UiO.
- Hellberg, L. (2012). A modern teaching laboratory.
- Knain, E., & Kolstø, S. D. (2011). Utforskende arbeidsmåter - en oversikt. I E. Knain, & S. D. Kolstø, *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Lunetta, V., N. (1982). The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, 52 (2), pp 201-217

- Minner, D. D.; Levy, A. J.; Century, J. (2010) Inquiry-based science instruction – what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (4) pp 363-496.
- van Marion, P. (2008). Praktisk arbeid i biologi. I P. van Marion, & A. Strømme, *Biologididaktikk*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.

# Study tips – to beginner students in mathematics-heavy sciences

I.C. Borge, N.V. Johansen, and E.H. Seland, *Department of Mathematics, University of Oslo*<sup>1</sup>

**ABSTRACT<sup>2</sup>:** Through our work with teaching and learning mathematics at university level, we experience that students can benefit from tips on how to study, and in particular how to study mathematics.

The Department of Mathematics at the University of Oslo (UiO) published in autumn 2016 a booklet entitled “Studietips – til begynnerstudenter i matematikkfag” (*Study tips – to beginner students in mathematics-heavy sciences*). It was handed out to the beginner students at the Faculty for Mathematics and Natural Sciences (MN) and published on the web for anyone to use [1].

The booklet gives good advice on how to study, in particular how to study mathematics, and on life as a student. It is based on surveys conducted amongst older students, on our experiences teaching and supervising beginner students and earlier work on study tips and mathematical thinking.

We have also given a seminar on study tips for the students. Prior to this seminar we sent out a “study tips survey”, giving the students the opportunity to reflect upon how they work with mathematics. The answers to the survey revealed that many beginner students reflect very well and have good intentions about their studying. However, we were also able to make some students reconsider their thoughts.

In this paper we will discuss the study tips and the “study tips survey”. In particular, we will consider some of the challenges one faces in the transition between upper secondary school and university when it comes to teaching and learning mathematics.

## 1 INTRODUCTION

In our experience, students can benefit from tips on how to study, and in particular from tips on how to study mathematics.

This was also pointed out in the national mathematics survey conducted by the Norwegian Association of Higher Education Institutions (UHR) in 2013 amongst university and university college teachers and beginner students in mathematics [2]. One of the beginner students said the following regarding the transition between upper secondary school and university (translated):

*The biggest problem is not that the mathematics one learns is difficult, but rather that one has no experience with the work load and the ways of working at the university. If the students aren't prepared that one has to work differently and a lot more than one did in school, things can go wrong.*

In this paper we report on a “study tips project” for beginner students in mathematics-heavy sciences at UiO consisting of:

- a booklet
- two surveys – one to older students and one to beginner students
- a two-hour seminar to beginner students, which was given and adjusted to various study programmes

Autumn 2016 we published a booklet in Norwegian on study tips for beginner students in mathematics-heavy sciences [1]. In the introduction we emphasise that many students feel it would be nice with some help to start their studying. We also say that it takes time to find new ways of working, and it will often involve struggle and frustration. The booklet contains good advice that might help the students to succeed with their studying. It was handed out to the students attending the seminars and to anyone we thought might find it useful.

---

<sup>1</sup> [ingerbo@math.uio.no](mailto:ingerbo@math.uio.no), [nilsvo@math.uio.no](mailto:nilsvo@math.uio.no), [elisabhh@math.uio.no](mailto:elisabhh@math.uio.no), [studietips@math.uio.no](mailto:studietips@math.uio.no)

<sup>2</sup> Keywords: study tips, study techniques, transition between upper secondary school and university, transition from high school to university



As part of the work on the booklet, we sent out a survey to older students (in their second year) asking them for advice and comments on their studying, and the booklet contains many student quotes, e.g. (translated):

*Probably, there are many people besides me who are used to learning things easily, and are a bit surprised that some subjects suddenly appear difficult. It is important not to give up when subjects start becoming difficult even though one is not used to it being like that. The subject matter will mature towards the exam, and it will suddenly become easier than it was in the beginning.*

We gave a two-hour seminar on study tips to the beginner students at MN, UiO in the beginning of their first term (autumn 2016). A couple of weeks before the seminar the students received an online survey. The survey to the beginner students had two purposes; one was to make the students start thinking about their study habits, the other was to give us relevant and fresh data to present at the seminar. We also used data from the survey to the older students in the seminar. The survey to the beginner students and the seminar were adjusted and given to various study programmes, and we ended up giving 15 two-hour seminars in August and September. In the seminars we talked about strategies (when it comes to studying, in particular mathematics) and structure (in the day, week and term). The students spent quite a lot of time being active in the seminar, and we had time to interact with the students.

We would like to point out that we have not tried to make this study tips project into a research project as such (at least not yet), but we feel that we have many experiences from this project that others might benefit from. Hence, we don't present the results as statistically significant – although we do have a few numbers to share – but rather we present the methods we used and our reflections on why, and share results and experiences from these actions. Finally, we have some concluding remarks.

## 2 METHODS, REFLECTIONS AND RESULTS

The booklet on study tips contains the following sections (translated):

- How to study mathematics
  - Thinking about thinking
  - How to read exercises/mathematics
  - How to solve exercises
  - How to present solutions to exercises
- The everyday studying
  - Individual work
  - Lectures etc.
  - Mandatory assignments
  - Study groups
  - Web resources and the library
  - Exam
- Life as a student
  - Plan your day
  - Where to find help

The booklet is based on our experience with talking to, teaching and supervising beginner students. It contains material on what we feel and see that the students might need in order to take responsibility for their own learning, i.e. we have tried to pinpoint some “invisible knowledge”.

As a part of this project, we sent a survey to older students. This survey contained questions on how much time they spent on various learning activities (such as reading course material, attending lectures and classes, doing self-driven course activities and preparing for the exam), and they were asked to evaluate the different learning activities in terms of experienced learning outcome.

We also asked the older students the following questions: “If you had a time machine and could travel back and meet yourself at the beginning of your first term, what advice would you give to yourself when it comes to ways of studying and working?” and “If you had the opportunity to give a good advice to the students who start this term, what would you tell them?” We asked both these questions, as we experience that we often are more firm and honest when it comes to giving advice to ourselves – hence we often get different advice from these two questions. One of the students gave the following

advice (translated): *Another useful reading technique is that one does the heavy stuff early in the morning.*

As a preparation for the study tips seminars, we also sent a survey to the beginner students. The seminars were attended by most of the beginner science students in mathematics-heavy study programmes at UiO autumn 2016 (365 students). The seminars and the surveys were adjusted to the individual study programmes (physics, geosciences, chemistry, mathematics, science teacher programme etc.). We aimed at having around 30 students and two lecturers in each seminar, and so we ended up with four people giving 15 seminars in total – some in parallel.

One of the intentions behind the survey to the beginner students was to make the students start preparing for studying by giving them some questions to think about. The survey included questions such as:

- a) What is your school/study/mathematics background?
- b) How do you work with mathematics?
- c) What are the most/least useful ways of working when learning mathematics?
- d) Do you work alone?
- e) How much time do you spend on a mathematical problem before you give up?
- f) How long do you dwell on the problems you solve?
- g) Where do you find help when you are stuck?
- h) What advice would you give to your fellow students?
- i) How many subjects do you plan to study this term?
- j) How much time do you plan to spend on your studies?

Since all science students at MN, UiO have a mathematics course in the beginning of their bachelor programmes, it was natural to focus on mathematics. In the seminar we used both the survey to the older students and the survey to the beginner students as a basis for our presentation. We could then present and compare the results and mix in our own advice along the way, and make some reference (and transference) to the various other subjects.

The responses to the various questions to the beginner students had a rather big variation, although the focus was on studying mathematics in particular. This makes it difficult to draw any statistically significant conclusions from our material (over 200 student responses). However, we are able to see certain trends. Also, it was very valuable to present these results to the students – they were then able to see what their fellow students (sitting in the same room) had answered on the various questions.

The survey showed that 70-80 % of the students work alone (cf. question d). One of activities we emphasised and encouraged during the seminar was to have the students form study groups (“kollokvier”). The survey also showed that quite a few students planned to spend too little time on their studying – in our opinion (cf. questions i and j). In most of the study programmes, over 50 % of the students answered that they planned to spend less than 35 hours a week on their studying.

On the questions related to how the students work when learning mathematics (cf. questions b and c), most students answered that they mainly read the text book (in particular, the examples) and solve exercises (with emphasis on the latter!). A few students mentioned making summaries, and even fewer working through the proofs. Solving exercises was given as the most useful way of learning mathematics by almost all students. In addition, they mentioned activities like following the lectures and working with the material afterwards, working with theory, examples, exercises over and over again – in general, being active in the learning process. Some of the least useful ways of learning that were mentioned were just reading, cramming and watching others work – being passive.

We didn't have a separate question on preparations for lectures etc. to the beginner students. But the older students gave this as an advice, which we then could point out at the seminar; to come prepared for the various learning activities. In particular for the group sessions (“gruppeundervisning”) offered to the students – the place where the students are expected to be active. This is also related to the recent survey conducted by the Norwegian Agency for Quality Assurance in Education (NOKUT) in 2016 amongst the scientific staff at various higher education institutions [3]: One of the results from this survey show that the teachers are not satisfied with the students' working effort in their studies, in particular, they are not satisfied with the students' preparations for the teaching activities.

On question g (Where do you find help when you are stuck?), most of the students answered “ask somebody (a teacher, fellow student, parent), search the web, read the text book”. The older students’ advice was to read alternative literature. One of the answers was (translated) *go to sleep, try something different and come back in a week*. This answer is related to the question on how much time you spend on a mathematical problem before you give up (question e). The beginner students said that they usually spend 5-30 minutes before they give up. This question was also given to the older students, and we saw a trend that the older students were willing to spend more time on a problem than the beginner students. This has probably to do with the fact that the students are not used to working for a long time on a problem in school mathematics. This is one of the things the beginner students need to be made particularly aware of – when they start studying, it is important to realise that “things take time”. The students answering the survey did say that it is important to dwell on a problem.

Another part of the seminar was working with mathematical problems on their own and in pairs (an activity that was related to the questions above). We spent a considerable amount of time on one problem in particular. The problem text we used in most of the seminars introduced a machine that produces numbers according to certain rules. The students were set exercises that required them to find out how the machine works. This did not require a lot of prior knowledge in mathematics – in fact it is a possibility that the problem might have been easier to handle without too much prior knowledge – but it did require understanding the text.

The reason for choosing such an exercise was to challenge the way the students think when they meet a mathematical problem [4] – to make it relevant to the subject they are studying. We wanted to make the students conscious of the fact that they need to spend time to understand a text, and that it is important to read and discuss what the text actually says. The students had to work a long time with understanding the problem with the machine. We experienced that many of the students misunderstood, and we had to ask them to read it again. Even then, many of the students weren’t 100 % sure they understood, and asked questions like “Does this sentence still apply?”, which indicates that they had lost the overview of which rules that applied in the problem. – When you are stuck on a problem, be sure that you don’t carry with you any irrelevant information, and remember that you can always go back to the source (definition) to see what to do. It is important to ask yourself questions when trying to solve a problem, e.g. “What are you doing?”, “Why are you doing it?”, and “How is it going to help you?” [4].

In the seminar we also talked about planning the students’ everyday – including studying, exercising, socialising, etc. We made the students start filling out a plan for their week and for their whole term. This turned out to be an eye-opener to many of the students, as they realised they might not have time to do all the things they had planned. Hence they had to start prioritising their workload. Towards the end of the seminar we could also present advice to the students from the fellow students sitting in the same room, e.g. (translated): *Do exercises with others and have fun! Don’t accept that you can’t do an exercise, ask for help.*

In general, we experienced that the students were satisfied with, appreciated and saw the relevance of the seminar and the booklet on study tips. In the evaluation of the seminar, the students commented that they had found the study tips very useful and interesting, that it was very good to get tips on how to work as a student, and that they had realised that “no one has perfect study habits”. They also found it useful to get some help to organise and plan their day and week – one of the students said that (translated) *the structure of my study plan was much worse than I thought*. Also, they realised that it was important to create good study environments, and as one student put it (translated) *study groups are a must*.

However, we did experience that the commitment from the students and the degree to which we managed to reach out to the students varied. For one thing, we believe the seminar can be improved further by replacing the mathematics problem with a problem related to the respective study programme – at least for some of the programmes. In that way, one can use such a seminar to introduce the students to the various subjects’ way of thinking alongside giving tips on how to study.

We might not have taught the students too much in a two-hour seminar, but it was an attempt to make the students more conscious about their future studying. That is also why it was very good to have a booklet to hand out after the seminar; the students could then study this more carefully after the

seminar and hopefully find more useful tips. We also believe that this project would have an even better impact if we could follow up the seminar by a “revisit” a few months later.

### 3 CONCLUDING REMARKS

We have experienced that it is important to tell the beginner students some of the things we see in the transition from upper secondary school to university when it comes to teaching, learning and working. We are never sure whether we have picked out the right “invisible knowledge” to give to the students, but we feel that the booklet and seminar is very relevant to mathematics studying in particular.

By using advice from older students, the beginner students have the opportunity to learn from others. We hope that we have helped in starting a process within the students when it comes to study habits, and that they don’t need to copy others, but can find their own way. “It’s not just what you know; it’s how, when and whether you use it.” (Quote from [4].)

As one of the students said after the seminar (translated): *It is important to be structured, and not to give up even though it is difficult.*

We also hope that you feel you can benefit from our experiences. Please let us know if you have been inspired and try out similar activities with the students. We would very much like to hear and discuss your experiences.

### 4 ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank the students participating at the study tips seminars for their engagement, making it all the more fun for us! Also, many thanks to Linda Sørensen and Ilan Villanger at MN for their organisation, making it possible to gather the students and holding the seminars, and to master student Paul Aleksander Maugesten who gave the seminars with us and helped evaluating the seminars.

### REFERENCES

- [1] Borge, I.C., Johansen, N.V. and Seland, E.H. (2016), *Studietips – til begynnerstudenter i matematikkunne realfag*. Oslo: Department of Mathematics, University of Oslo.  
<http://www.mn.uio.no/math/studier/om/studietips/idehefte-web.pdf>
- [2] Universitets- og Høgskolerådet (2014), *Matematikkundersøkelsen*.  
[http://www.uhr.no/ressurser/temasider/samarbeid\\_arbeidsdeling\\_og\\_konsentrasjon/matematikkundersokelsen](http://www.uhr.no/ressurser/temasider/samarbeid_arbeidsdeling_og_konsentrasjon/matematikkundersokelsen)
- [3] Amundsen, G.Y, Damen, M.-L., Haakstad, J. and Karlsen, H.J. (2017), *Underviserundersøkelsen 2016*. Oslo: Nasjonalt Organ for Kvalitet i Utdanningen.  
<http://www.nokut.no/no/Fakta/NOKUTs-publikasjoner/Utreddinger-og-analyser/Norsk-utdanning/Underviserundersokelsen-2016/>
- [4] Shoenfeld, A.H. (1992), *Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition and sense making in mathematics*. In Grouws, D. (Ed.), *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning*, pp. 334-370. New York: Macmillan.

# Kan integrering i fagmiljøet øke motivasjon hos studenter?

R. Gya og M. V. Bjordal, *Institutt for Biologi, Universitetet i Bergen*

**SAMMENDRAG:** I denne teksten skal vi presentere hvordan vi, gjennom å engasjere oss, har blitt mer integrert i utdannelsen og fagmiljøet på universitetet. Vi er begge masterstudenter på institutt for biologi på UiB og sitter nå som studentrepresentanter i bioCEED, senter for fremragende utdanning i biologi ved UiB. Vi har forskjellige erfaringer med å engasjere oss i sosialt og faglig arbeid, og mener at dette har lært oss mye, samt gitt oss muligheten til å kunne påvirke utdannelsen vår. Det å være aktiv i et fagmiljø der ditt bidrag har en betydning i et større bilde er svært givende (Sørensen m.fl. 1998).

**Nøkkelord:** Studentmedvirkning; motivasjon; medbestemmelse; engasjement; integrering

## 1 INNLEDNING

I stortingsmeldingen om langtidsplanen for forskning og høyere utdanning står det minimalt om at studenter skal ha medvirkning i sin utdanning (Kunnskapsdepartementet, 2014). Medvirkning er viktig for studenter da dette kan øke motivasjon og trivsel (Astin 1984; Skaalvik & Skaalvik 2013), og det er dermed beklagelig at dette ikke kommer frem i stortingsmeldingen. Til tross for dette har vi selv opplevd å kunne engasjere oss i utdannelsen på ulike måter, og vi vil nå dra frem noen av disse eksemplene.

## 2 ULIKE MÅTER Å ENGASJERE SEG PÅ

### 2.1 Undervise på feltkurs

Senter for Fremragende Utdanning i Biologi (bioCEED) ved UiB har de siste årene introdusert en del nye fag. Et av dem er «Feltkursundervisning». Her får studenter muligheten til å undervise på et økologi-feltkurs. På forhånd får man litt opplæring i hvordan man underviser i felt. Feltkurset er delt inn i tre deler hvor den første uken er på våren og har fokus på artsbestemmelse og generell økologi. De to neste ukene er på sensommeren hvor man fokuserer mer på et spesifikt økosystem, den ene uken på fjellet og den andre i kystlynghei. Som feltkursassistent får du ansvar for en egen gruppe og skal guide dem gjennom undervisningen og svare på spørsmål. Det man hjelper mest med er spørsmål rundt artsbestemmelse, i tillegg til å informere om det økologiske ute i felt. Å undervise i felt oppleves som veldig meningsfylt og det er en bratt læringskurve på grunn av alle de varierte spørsmålene. Denne erfaringen gir mye trening i det å videreformidle faget sitt, noe som ifølge Smith (2009) er målet med læring; nemlig å kunne ta i bruk og videreformidlet faget. Studentene som tar økologifaget opplever disse assistentene som et bindeledd mellom dem og professoren, og det blir en lavere terskel for å spørre spørsmål. Enkelte studenter har også uttrykt at de synes det er motiverende å se at studenter som selv tok faget for 1-2 år siden nå kan undervise i det.

I andre tilfeller hvor studenter har undervist andre studenter på lavere trinn viser forskningen klare positive effekter (Fougner m.fl. 2008). Studentene som underviser melder om en større trygghet rundt fagkunnskapen de har, større interesse i fagområdet og en forståelse for hvordan man kan videreformidle denne kunnskapen (Fougner et al. 2008). Disse funnene stemmer veldig godt med hvilke opplevelser forfatter Ragnhild hadde som underviser i feltkurset, denne erfaringen har gjort henne mer trygg på kunnskapen rundt fagfeltet.

### 2.2 Yrkespraksis

Et annet fag bioCEED har introdusert er «Yrkespraksis i biologi», hvor studentene deltar i praktisk arbeid gjennom praksisutplassering hos fagrelevante bedrifter eller organisasjoner. Ved å medvirke i pågående forskningsprosjekt eller i biologisk rettede yrker får studentene økt innblikk i hvordan biologer arbeider på en hverdagslig basis. Slik får de en utvidet forståelse på hva som bør vektlegges i utdanningen samt mulighet for nettverksbygging innenfor bransjen. Medforfatter Mari tok dette faget og ble utplassert hos forskningsorganisasjonen UniResearch AS, hvor hun deltok i et

forskningsprosjekt som omhandlet oppdrett av tarmsjøpung. Som student opplevde hun å bli tatt på alvor på lik linje med de andre forskerne og fikk delta aktivt i brainstorming, diskusjoner og det fysiske arbeidet på forskningsstasjonen. Det at studentene opplever å bli sett på som en ressurs, og at det de gjør er meningsfylt, kan føre til økt motivasjon (Bartley m.fl. 2010). Mari opplevde det å bli sett på som en ressurs som en veldig positiv opplevelse, som ga henne motivasjon til å vurdere en framtid innenfor forskning.

### **2.3 Styreverv og fagutvalg**

Deltakelse i studentdrevne og akademiske fagutvalg er også en god mulighet til å engasjere seg sosialt og faglig. Her lærer man gode egenskaper som å lytte, planlegge, bygge nettverk i tillegg til gjennomføringsevne. Man jobber sammen i mindre team og jobber for et bedre faglig og/eller sosialt miljø ved utdannelsen. Det kan enten være utvalg drevet kun av studenter hvor studentene tar seg av alt fra økonomi til gjennomførelse, eller det kan være utvalg hvor studentene er med ansatte på universitetet som en stemme for studentene. I følge Bartleys m.fl. (2010) sin hierarkiske inndeling av nivåer på studentinvolvering kommer begge disse typene av involvering under det høyeste nivået av givende studentinvolvering. Bartley m.fl. presiserer at for at det skal inngå i det høyeste nivået av studentinvolvering så må også studenten oppleve det som om det de bidrar med er meningsfylt. I fagutvalg får man ofte direkte resultater og tilbakemeldinger på arbeidet man legger inn, og gjerne også negative tilbakemeldinger om man ikke legger inn nok arbeid. Slik blir man gjennom sosiale interaksjoner i gruppen oppfordret til å yte bra, i tillegg til at man har mulighet til å bygge på og gi innspill på andres ideer og arbeid.

Mari har vært med i biologisk fagutvalg (BFU) som er et studentdrevet fagutvalg som jobber med det sosiale miljøet på bachelorgraden i biologi ved UiB. Både Mari og Ragnhild er nå studentrepresentanter i bioCEED. Når man jobber i slike team oppleves det som at det stilles krav til deg og at du og ditt bidrag er betydningsfullt. I disse fagutvalgene har vi lært egenskaper som å ta initiativ, kommunikasjon, teamarbeid og problemløsning. Som studentrepresentanter i bioCEED arrangerer vi studentmøter med temaer som omhandler biologiutdannelsen og livet videre som biolog. Eksempler på møter er: "Gruppearbeid", "Eksamensstress", "Hvilke egenskaper trenger fremtidens biologier", og nå planlegger vi et møte om kjønnsforskjeller i undervisningsdeltakelse på universitetet. Dette er en plattform hvor vi kan nå ut til studentene fra bioCEED, og studentene kan gi innspill på hvordan de synes utdanningen er. Valg av tema på disse møtene kan være en måte å vise instituttet hva studentene er interessert i.

I bioCEED har vi også opplevd å jobbe som studenter sammen med ansatte på universitetet og blitt bedre kjent med engasjerte fagpersoner. Engasjement som knytter studenter tettere til fakultet- og instituttansatte regnes for å være noe av det mest givende en student kan gjøre, da det gir et mer intellektuelt miljø, knytter tverrfaglige bekjentskaper og gir en mer fullstendig oppfatning av hvordan instituttet fungerer (Astin 1984). Ved å kjenne til ansatte og hva de jobber med kan vi videreformidle dette til medstudenter og knytte sterkere bånd mellom studenter og ansatte på instituttet.

### **2.4 Skrivegrupper med medstudenter og lesegrupper med forskningsgruppa**

Enkelte veiledere og forskningsgrupper arrangerer egne skrivegrupper for sine bachelor- og/eller masterstudenter. Det vil si at studentene som holder på å skrive en bachelor- eller mastergrad samles i grupper og kommenterer på hverandres arbeid, med veiledning og hjelp fra en fagkyndig. I stedet for å bare få kommentarer fra veileder får vi kommentarer fra medstudenter på samme nivå og vi bygger hverandre opp. Læringsutbytte fra dette kan være høyt da man øver på fagfellelvurdering, kritisk tenkning og akademisk skriving. Når studentene gir kommentarer til hverandre, og disse kommentarene blir tatt i bruk til å videreutvikle et arbeid, opplever studentene at deres innsats er meningsfylt og at det får en effekt, noe som har vist seg å gi økt motivasjon (Bartley m.fl. 2010).

Forskningsgruppa Ragnhild skriver master i har en lesegruppe annenhver uke. Det er til for at man skal holde seg oppdatert på ny forskning. Alle har ansvar for en eller to journaler hver som man leser gjennom for å finne relevante artikler. En av disse artiklene blir valgt ut til å diskuteres grundig på hvert møte. Det å få være med forskerne å tenke kritisk, diskutere metoder og hvilke betydninger disse artiklene kan ha for fagfeltet sitt er veldig spennende. Å delta i slike grupper gjør at man fort integreres i fagmiljøet noe som kan være veldig positivt for students opplevelse av utdannelsen (Astin, 1984). Det å få lov til å være med i disse gruppene selv om du kanskje ikke bidrar så mye i

begynnelsen, men har rom til å vokse faglig og er veldig velkommen til å bidra, oppleves veldig motiverende

### 3 FOKUS PÅ MEDBESTEMMELSE I STORTINGSMELDINGEN

Som diskutert tidligere i teksten er det å ha muligheten til å delta i ytterligere verv og engasjement utenom pensum, som skaper en følelse av medbestemmelse, meget givende og kan gi økt motivasjon og en positiv opplevelse av den helhetlige studieopplevelsen (Astin 1984; Bartley m.fl. 2010; Skaalvik 2013). Det er derfor beklagelig at medbestemmelse ikke er trukket frem som en like naturlig del av utdanningen for studentene på samme måte som demokratisk deltakelse og medbestemmelse er prioritert for arbeidstakere i arbeidslivet (Arbeidsdepartementet, 2010). Vi ønsker dermed å se et betydelig større fokus på medbestemmelse i den nye Stortingsmeldingen for høyere utdanning for 2017.

Tidligere har det vært mye fokus på engasjement i studentorganisasjoner og studentpolitiske verv (Astin 1984; Bartley m.fl. 2010), men vi ønsker også at det skal settes fokus på andre situasjoner som kan gi studentene økt opplevelse av medbestemmelse. Disse aktivitetene kan være som vi har nevnt; å bruke studenter på høyere nivå til undervisning på bachelornivå, å få bidra betydningsfullt i yrkespraksis, og å bli integrert i fagmiljøet på universitetet/høyskolen.

### REFERANSER

- Arbeidsdepartementet, 2010. Medvirkning og medbestemmelse i arbeidslivet. *Norges offentlige utredninger*, 1.
- Astin, A.W., 1984. Student Involvement: A Development Theory for Higher Education Student Involvement: A Developmental Theory for Higher Education. *Journal of College Student Development*, 40(5), pp.518–529.
- Bartley, K., Dimenäs, J. & Hallnäs, H., 2010. Student participation in higher education governance. *Nordic Studies in Education*, 30, pp.150–165. Available at: [http://www.coe.int/t/dg4/highereducation/Governance/SB\\_student\\_participation\\_FR.pdf](http://www.coe.int/t/dg4/highereducation/Governance/SB_student_participation_FR.pdf)
- Fougner, A., Tønnesson, H. & Utne, B., 2008. What do students learn from facilitating the learning process of younger students? *Nordisk Pedagogik*, 28(4), pp.287–302.
- Kunnskapsdepartementet, 2014. Meld. st. 7: Langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015-2024. *Stortingsmeldingen*, 7. Available at: <https://www.regjeringen.no/contentassets/e10e5d5e2198426788ae4f1ecbbbbc20/no/pdfs/stm201420150007000dddpdfs.pdf>.
- Skaalvik, E.M. & Skaalvik, S., 2013. Skolen som læringsarena: selvoppfatning, motivasjon og læring. *Universitetsforlaget*.
- Smith, M.K., 2009. Jean Lave, Etienne Wenger and communities of practice. *the encyclopedia of informal education*. Available at: [www.infed.org/biblio/communities\\_of\\_practice.htm](http://www.infed.org/biblio/communities_of_practice.htm).
- Sørensen, B. et al., 1998. Psykologiske, organisatoriske og sosiale faktorer i arbeid av betydning for helse. Kunnskapsmangler og forskningsbehov. *Arbeidsforskningsinstituttet*, 1998(8).

# Digitalisering av undervisning i automatisering – erfaringer ved HiOA

Tiina M. Komulainen, Alex Alcocer, and Bjørn Engebretsen, *Høgskolen i Oslo og Akershus (HiOA)*

**ABSTRAKT:** Dette artikkel beskriver erfaringer med digitalisering av undervisning på studieretning Automatisering, ved seksjon for Elektronikk og Informasjonsteknologi, ved Høgskolen i Oslo og Akershus. Motivasjonen for utviklingsprosjektet er effektivisering av undervisning for store klasser, og økning av studentenes læringsutbytte ved bruk av digitale verktøy, digital samhandling og forskningsbaserte, varierte undervisningsformer. Målet med digitaliseringsprosjektet vårt er å danne den selvstendige ingeniørstudenten med best mulig læringsutbytte.

Vi har testet effekten av følgende tiltak: 1. Digitale lærebøker og digitale læringsmaterialer 2. Nye digitale læringsplattformer 3. Studentaktive digitale undervisningsmetoder 4. Digital eksamen. Digitalisering har økt tilgjengeligheten av lærematerialet til studentene. Den muliggjør rask tilpasning til endringer i industrien og gir hyppigere revisjonsmulighet for lærer. Bruk av åpne nettsider tilrettelegger spredning av fagkunnskap utenfor en lukket læringsplattform, for eksempel til industrielle partnere. Nye digitale læringsplattformer muliggjør mer interaksjon enn tradisjonelle læringsplattformer som Fronter. Omvendt undervisning med digitale lærematerialer og digitale tester øker studentenes læringsutbytte men krever mer ressurser enn tradisjonell undervisning. Våre erfaringer med digital eksamen har hatt begrensende suksess på grunn av manglende egenskaper til nåværende digitale eksamensplattformer.

Vi ønsker å jobbe videre med flere aspekter av digitalisering for å utvikle et helhetlig digitalt læringsmiljø fra lærebok til eksamen, som gir best mulig læring til våre selvstendige ingeniørstudenter.

## 1 INTRODUKSJON

### 1.1 Motivasjon og forskningsspørsmål

Motivasjonen for utviklingsprosjektet er effektivisering av undervisning for store klasser og økning av studentenes læringsutbytte ved bruk av digitale verktøy, digital samhandling og forskningsbaserte, varierte undervisningsformer. Målet med prosjektet er å danne den selvstendige ingeniørstudenten med best mulig læringsutbytte.

Forskningsspørsmål:

1. Hvordan kan digitale verktøy og undervisningsmetoder hjelpe med effektivisering av undervisningen for store klasser?
2. Hvordan bør digitale verktøy og digitale undervisningsmetoder brukes for å øke studentenes læringsutbytte?
3. Hvilke positive og negative effekter gir digitalisering av studieprogrammet?
4. Hva er veien videre med digital undervisning som gir økt læringsutbytte?

### 1.2 Kort beskrivelse av studieprogram og kurs innen automatisering

Vår studieseksjon utdanner over 60 bachelorstudenter per kull innen automatisering, som en del av studieretning Elektronikk og Informasjonsteknologi ved Høgskolen i Oslo og Akershus. Bachelorstudiet i automatisering består av felleskursene i elektronikk som Innføringsemne (ELPE1600), Fysikk og Kjemi (ELPE1100), fagspesifikke kurs i Dynamiske Systemer (ELTS2300), Kybernetikk (ELFT2400), Instrumentering (ELFT2500) samt valgfag i Reguleringssteknikk 2 (ELVE3600), Industriell Kommunikasjonssystemer (ELVE3605) og Robotteknikk (ELVE3610). I denne artikkelen beskriver vi våre erfaringer med digitalisering av undervisningen i noen av disse fagene.



### 1.3 Tilgjengelige ressurser, utstyr og lokaler ved HiOA

Følgende ressurser, lokaler, utstyr og software/hardware er tilgjengelig ved HiOA/ studieseksjon for elektronikk og informasjonsteknologi/ automatisering:

- Undervisningspersonalet i studieseksjon automatisering består av to overingeniører, en høyskole lektor og to førsteamanuenser.
- Høgskolen tilbyr den elektroniske læringsplattformen Fronter for alle kurs, men bruk av denne er ikke obligatorisk. Lærere kan også bruke egne nettsider og sosiale medier for deling av undervisningsmaterialer og spredning av informasjon.
- Høgskolens lokalene består av tradisjonelle auditorier for forelesninger og store flate grupperom for øvinger. Studieseksjon disponerer cirka ett laboratorierom per emne med relevant laboratorieutstyr. Laboratoriene i automatisering er: industrielle instrumenter, industrielle PLS og mye undervisningstilpasset utstyr.
- Studentene har tilgang til fagspesifikk undervisningssoftware som Matlab og LabView, og industrisoftware som ABBs 800xA og Kongsbergs K-SPICE.

### 1.4 Forskningsmetoder og datainnsamling

Forskningsmetodene er basert på sammenligning mellom lærernes refleksjon, studentenes kursevalueringer og eksamensresultater.

Lærernes refleksjon, studentenes kursevalueringer og eksamensresultater fra kursene i Innføringsemne (ELPE1600), Fysikk og Kjemi (ELPE1100), fagspesifikke kurs i Dynamiske Systemer (ELTS2300), Kybernetikk (ELFT2400), Instrumentering (ELFT2500) og Reguleringsteknikk 2 (ELVE3600) danner grunnlaget for analysene.

## 2 DIGITALISERING AV AUTOMATISERINGSTUDIER

### 2.1 Overordnet plan for tiltakene i digitalisering og pedagogikk

Målet med prosjektet er å danne den selvstendige ingeniørstudenten ved å tilby best mulig læring ved å tilrettelegge tilgang til undervisningsmateriale på flere flater og uavhengig av å arbeide på undervisningsstedet med alle aktiviteter som hører til et emne.

### 2.2 Plan og implementering tiltak 1: digitale lærebøker og materialer

Digitale lærebøker, skrevet på ePub formatet, koblet med video og øvingsoppgaver på nett, er ett første trinn på veien mot å etablere den selvstendige ingeniørstudenten. ePub formatet er ekstremt skalerbart og gjør det mulig å lese, dvs., bruke tilgjengelig tid til å studere uavhengig av fysisk plassering og bruk av PC. En e-bok på ePub formatet kan med letthet leses på PC, nettbrett og smarttelefon. Med andre ord kan «dødtid» som reisevei til skolen, T-bane, tog og lignende benyttes til aktivt å gå igjennom stoffet. Ebøker har også fantastiske søkemuligheter, muligheter for linker til eksterne nettsider og lignende. Ebøker er implementert i følgende fag: Innføringsemne (ELPE1600), Kybernetikk (ELFT2400), Instrumentering (ELFT2500) [1].

### 2.3 Plan og implementering tiltak 2: nye digitale læringsplattformer

Tradisjonelt har HiOA brukt Fronter som elektronisk læringsplattform for kursmateriell, oppgaver, tester og kommunikasjon med elevene. Det er ganske mange utfordringer knyttet til bruk av Fronter; Brukergrensesnittet er ikke intuitivt, og mange studenter og forelesere er ikke helt fornøyd med det. Noen kurs på HiOA har eksperimentert med bruk av elektronisk læringsplattform OpenEdx, og et initiativ pågår for å gi støtte og hjelp til forelesere som er interessert i å bruke OpenEdX for sine kurs. I løpet av 2016 høstsemesteret ble det eksperimentert med bruk av OpenEdX for kurset (Dynamisk Systemer ELTS2300)[2]. Kurset ble fulgt av ca 70 studenter. OpenEdX plattformen er i utgangspunktet beregnet for MOOC (Massive Open Online Course) kurs som inkluderer mye kursmateriell i form av korte videoforedrag. På grunn av mangel på ressurser og tid for lagring av videoer, ble plattformen i stedet brukt til å publisere kursmateriell og interaktive quizer.

### 2.4 Plan og implementering tiltak 3: studentaktive digitale undervisningsmetoder

De positive effektene av studentaktive undervisningsmetoder i MNT-fagene er godt vitenskapelig dokumentert, se for eksempel [3, 4]. Vi har testet blant annet blended learning i teknologi-rikt rom i

faget ELTS2300 dynamiske systemer [5], og «alignment» av ukentlige formative flervalgstester og eksamen i faget ELPE1100 fysikk og kjemi.

Formålet med formative frivillige og obligatoriske teoritester er å få studentene jobbe jevnt med hver tema gjennom semesteret. I kjemi-delen av kurset ELPE1100, brukes flervalgstester på elektronisk læringsplattform Fronter og online-quiz verktøy Kahoot!. Disse flervalgstestene består av teorispørsmål og beregninger.

Elektroniske flervalgstester ble brukt som ukentlig frivillig forberedelse til klasseromsundervisning (2015, 2016), som ukentlig formativ vurdering i klasserom etter hver forelesning (2017), som obligatorisk øving (og summativ vurdering) etter klasseromsundervisning (2016, 2017) og som del av den summative vurderingen i den formelle slutteksamen (2016, 2017).

## **2.5 Plan og implementering tiltak 4: digital eksamen**

Plan for den første testingen av digital eksamen var å bruke kun vanlig tastatur til teori og beregningsoppgaver. Studentene skulle skrive formlene og beregningene ved bruk av vanlige bokstavene og tall som er tilgjengelig i tastaturet, i.e. uten matematiske symboler.

Digital eksamen planlagt for kurset KJTS2100 kjemiteknikk med digital eksamensplattform WiseFlow. En prøveeksamen ble arrangert (5.5.2014) først for å teste hvordan software virket med studentenes egne bærbare PCer og for at studentene skulle bli komfortable med eksamensformat. Digital eksamen ble arrangert på 19.5.2014.

En digital prøveeksamen ble arrangert 10.4.2015 for kurset i ELPE1100 fysikk og kjemi med digital eksamens plattform Inspera. Formålet var å teste hvis studentene klarte å skrive og manipulere ligninger med et vanlig tastatur og et symbol-verktøy (lignende med Word).

## **3 RESULTATER**

### **3.1 Resultater og erfaringer med tiltak1: digitale lærebøker og materialer**

Digitale lærebøker og digitale læringsmaterialer (øvinger og video): Digitalisering har økt tilgjengeligheten av lærematerialet til studentene. Den muliggjør rask tilpasning til endringer i industrien og gir hyppigere revisjonsmulighet for lærer. En standard papirbasert lærebok trykkes i et visst opplag og det er svært vanskelig å oppdatere boken før mesteparten av opplaget er solgt. I en normal situasjon vil dette være to til fire år. En ebok kan oppdateres kontinuerlig og semesterets utgave publiseres dagene før første undervisning i emnet. I ingeniørfaget kan dette ha vesentlig betydning i det nye løsninger, nye utbygninger etc. kan brukes og omtales mens nyhetene er ferske. Videre er en ebok ikke sidebegrenset slik som en papirbok, der forlaget helst ikke ønsker bøker som er større enn tre til fire hundre sider. Ebøker kan også inneholde høyoppløste bilder som i en rekke fag er svært interessant. Bruk av åpne nettsider tilrettelegger spredning av fagkunnskap utenfor en lukket læringsplattform, for eksempel til industrielle partnere.

### **3.2 Resultater og erfaringer med tiltak2: nye digitale læringsplattformer**

OpenEdX plattform skal muliggjøre mer interaksjon enn tradisjonelle elektroniske læringsplattformer som Fronter. Vår første utprøving av EdX-plattform ble gjennomført i høsten 2016 med skreddersydd opplegg inkludert videoer og flervalgstester [6]. Erfaringer med OpenEdX som kursets elektronisk læringsplattform har vært blandede. Plattformen tilbyr mange muligheter for interaksjon. Det er veldig enkelt å lage flervalgs-øvinger, men det er ikke lett å ha mer generell format for øvinger som for eksempel en rapport eller en dokument. Manglende integrasjon mellom OpenEdx plattformen og HiOAs studieadministrasjonssystem FS betyr at man er «tvunget» til å bruke Fronter som den offisielle læringsplattformen for kurset.

Privat Facebook-gruppe ble brukt for jevnlig kommunikasjon med studentene. Dette har mange fordeler men også noen utfordringer. Noen få elever bruker ikke Facebook, mens andre klaget på at det var vanskelig å ha oversikt pga mange kursrelaterte elektroniske plattformer.

Samlet erfaring tyder på at for å virkelig dra nytte av en læringsplattform, bør den være fullt støttet av vertsorganisasjonen. Fra høstsemester 2017 kommer vi til å bruke Canvas, som er den nye valgte elektroniske læringsplattformen ved HiOA.

### 3.3 Resultater og erfaringer med tiltak3: studentaktive digitale undervisningsmetoder

Studentaktive undervisningsmetoder i form av «blended learning» i teknologirikt grupperom med digitale lærematerialer øker studentenes læringsutbytte men krever mer ressurser enn tradisjonell undervisning. [5]

Elektroniske formative flervalgstester er godt likt av studenter og aktiverer studentene å følge med klasseromsundervisning. Siden kun 40% av studenter forberedte seg til klasseromsundervisning med lesing og flervalgstester (2015, 2016), ble disse konvertert til formativ test i slutten av hver klasseromsundervisningsesjon i 2017 med positiv inisiell tilbakemelding fra studenter (18.1.2017). I 2017 har vi brukt Kahoot! til formative flervalgstester i klasserommet pga brukervennlighet. Fordel med flervalgstester på Fronter er mulighet til oppfølging av progresjon til hver student.

I 2015 brukte vi tradisjonelle beregningsoppgaver med medstudent-retting som obligatoriske øvinger. Selv om denne ordningen gir en god pekepinn på egen progresjon i faget, ønsket studentene i 2015 at obligatoriske øvingene gis i format av flervalgstest på elektronisk læringsplattform. Dette ble implementert i 2016 med fornøyde studenter, som ønsket at format til eksamen skulle være flervalgstest med mulighet for begrunnelse i beregningsoppgaver. Resultatene fra ordentlig eksamen i 2014, 2015 og 2016 er presentert i Tabell1. Resultatene for 2017 er ikke klare før juni 2017. Gjennomsnittresultat fra eksamen har økt signifikant i 2016 i forhold til tidligere år. Strykgrænse i eksamen har vært ekstraordinært lavt tidligere for å få «normal» gjennomføring i emnet. I 2016 var dette ikke nødvendig da strykporsent var akseptabelt med normale karaktergrenser.

Tabell 1. Resultater fra ordinæreksamen I ELPE1100 fysikk og kjemi.

	2014	2015	2016
Gjennomsnittlig resultat	44%	43%	61%
Strykgrænse	30%	30%	40%
Strykporsent	23%	20%	16%

### 3.4 Resultater og erfaringer med tiltak4: digital eksamen

Digital prøveeksamen og digital eksamen med kun vanlig tastatur gikk bra med WiseFlow. Digital prøveeksamen med vanlig tastatur og symbol-verktøy i Inspira ble vanskelig for studenter. Studentene ønsket mulighet for å

- levere inn alle obligatoriske øvingene i kurset via digital eksamensplattform for å bli kjent og trygg med plattformen
- velge fra formler istedenfor kun matematiske symboler for å kunne svare like raskt som med penn og papir
- enklere bruker grensesnitt for manipulering av ligninger og et tegneverktøy for å kunne svare like raskt som med penn og papir

Etter vår mening bør eksamen være individuell med gjennomføring under oppsyn. Lærere ønsker følgende egenskaper for å kunne digitalisere eksamen i alle kursene våre:

- bedre grafisk grensesnitt for generell skissering av grafer/figurer osv
- bruk av Matlab/Simulink og andre ingeniørverktøy
- bruk av studierelevant software (som Matlab) uten å gi generell tilgang til Internett
- manipulering av komplekse ligninger med symboler.
- digital eksamen bør kunne tilsvare jobb-lignende situasjon, slik at studentenes ferdigheter og generell kompetanse kan testes

Dette er noen av grunnene til at vårt fakultet i Teknologi, Kunst og Design bruker minst digital eksamen ved HiOA. Eksamenskontor rapporterer at digital eksamen skal arrangeres i stedet for tradisjonell skriftlig eksamen i våren 2017 hos samtlige fakultetene ved HiOA: 72% ved lærerutdanning, 66% ved helsefag, 54% ved samfunnsvitenskap, og 25% ved teknologi, kunst og design.

#### 4 DISKUSJON OG KONKLUSJON

1. Hvordan kan digitale verktøy og digitale undervisningsmetoder hjelpe med effektivisering av undervisningen for store klasser? Digitale læringsmaterialer og digital læringsplattform øker tilgjengeligheten av undervisningsmaterialet til studenter uavhengig av tid og sted, og dermed effektiviserer hverdagen til studenter. Digitale undervisningsmetoder, herunder ukentlige obligatoriske digitale tester, gir studenter hyppig indikasjon på egen læring, samt automatisk retting av obligatoriske øvinger effektiviserer lærerens arbeid. Digital eksamen må fortsatt forbedres signifikant, men vi ser frem til at dette gir mer relevant eksamens format til studentene og mer lesbare besvarelser til lærere.
2. Hvordan bør digitale verktøy og digitale undervisningsmetoder brukes for å øke studentenes læringsutbytte? Formålet med vårt prosjekt er å danne den selvstendige studenten som tar ansvar for sin egen læring og utnytter fullt digitale læringsmaterialene og digitale verktøy for å maksimere sin læringsutbytte. Med digitale verktøy kan lærere enda bedre tilrettelegge til læring og gjøre læringsmaterialene tilgjengelig uavhengig av tid og sted. Det viktigste er tilrettelegging for aktiv læring, studentene må kontinuerlig gjøre innsats for å lære.
3. Hvilke positive og negative effekter gir digitalisering av studieprogrammet? Studentene og lærere er fornøyde med økt grad av digitalisering og tiltakene 1-3. Digitalisering kan allikevel øke avstanden mellom studenter og lærere, og mellom studenter, da en del av studenter ikke blir med på klasseromsundervisning og uteblir fra sosiale aktiviteter.
4. Hva er veien videre med digital undervisning som gir økt læringsutbytte? Det finnes flere måter å motivere og støtte studenter, som kan gi økt læringsutbytte. Vi skal jobbe videre med digital samhandling, bruk av sosiale medier, digitalisering av industri-relevante laboratorieoppgaver, «alignment» av laboratorieoppgaver mellom kurs,

Konklusjon: Vi ønsker å jobbe videre med flere aspekter av digitalisering for å utvikle et helhetlig digitalt læringsmiljø fra lærebok til eksamen, som gir best mulig læring til våre selvstendige ingeniørstudenter.

#### 5 SPØRSMÅL TIL DELTAGERE I RUNDT BORD SESJON

Spørsmål til rundt-bord sesjon i MNT-konferanse

1. Hvilke digitaliseringstiltak har fungert bra i deres studieprogram?
2. Hvilke tiltak jobber dere videre med?
3. Hvordan har dere involvert fagmiljøet og ledelsen?
4. Hvordan har dere involvert industrien?

#### REFERANSER

- [1] B. Engebretsen. (2017, 24.01.2017). *Writer.no - En side med egenprodusert litteratur*. Available: <http://www.writer.no/>
- [2] A. Alcocer. (2016, 24.1.2017). *HiOA: ELTS2300 Dynamic Systems Course Info*. Available: <http://openedx-test.bibsys.no/courses/course-v1:HiOA+ELTS2300+2016/>
- [3] J. M. Fraser, A. L. Timan, K. Miller, J. E. Dowd, L. Tucker, and E. Mazur1. (2014, Teaching and physics education research: bridging the gap. *Reports on Progress in Physics* 77(3), 17.
- [4] S. Freeman, S. L. Eddy, M. McDonough, M. K. Smith, N. Okoroafor, H. Jordt, *et al.* (2014, Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 6.
- [5] T. M. Komulainen, C. Lindstrøm, and T. A. Sandtrø, "Erfaringer med studentaktive læringsformer i teknologirikt undervisningsrom," *Uniped*, vol. 8, pp. 364-372, 2015.
- [6] T. M. Komulainen, A. Alcocer, and F. A. Haugen, "Experiences and Trends in Control Education: A HiOA/USN Perspective," presented at the Eurosim - The 9th Eurosim Congress on Modelling and Simulation, Oulu, 2016.

**SFU Session**  
Store sal

**Torsdag 30 mars**

*Sesjonsansvarlig: Inger Johanne Lurås, UiT*

**17.15 bioCEED**

**Senter for fremragende utdanning i biologi**

**17.30 CCSE**

**Center for Computing in Science Education**

**17.45 Engage**

**Centre for Engaged Education through Entrepreneurship**

**18.00 ExcITed**

**Excellent IT Education**

**18.15 MatRIC**

**Centre for Research, Innovation and Coordination of  
Mathematics Teaching**



## bioCEED – Centre of Excellence in Biology Education

**ABSTRACT:** The bioCEED Centre for Excellence in Biology Education, one of eight centres for excellence in education in Norway, is built on the vision that biology, and the biologist, emerges in the interplay between biological theory, the practical applications of biological knowledge, and the relevance of biological theory and practical knowledge for society. This has implications, not only for what we teach, but for how our students are trained. To prepare our students for their future roles in science and society we will integrate theory, skills training and societal relevance in biology educations, focus on student learning and what benefits their learning and develop the teacher culture by building a collegial and scholarly culture of teaching and learning. bioCEED has a range of educational research and development activities within four main areas; teacher culture, innovative teaching, practical training, and dissemination. Teacher culture and development of Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) practice among our teachers is a priority for bioCEED. Through collegial activities, support and contributions to ongoing processes and new initiatives locally, institutionally and nationally we support a SoTL-culture and practice. bioCEED is an advocate for teaching reward systems with SoTL-based criteria, for developing effective and supportive educational leadership and other measures that support and strengthen culture for quality in higher education. Educating biologists with competence in the full domain of biology require development of both the individual courses and programmes, and cross-cutting initiatives that ensure alignment and skills training. bioCEED develops, runs, and supports projects on student active learning, alternative assessment, and skills training. We encourage teachers and students to initiate small and large bottom-up projects for change and development, focusing on student learning. Central to ensuring societal relevance and sector contact is the work practice courses (internships) offered to biology students, and various arenas for exchange and communication with end users and biologists in the work force.

## INTRODUCTION

bioCEED – Centre of Excellence in Biology Education, is built on the vision that biology, and the biologist, emerges in the interplay between biological theory, the practical applications of biological knowledge, and the relevance of biological theory and practical knowledge for society (Fig. 1).

bioCEED was awarded status as a Centre for Excellence in Education in 2014, with up to ten years of funding, pending a successful mid-way evaluation in 2017. The bioCEED consortium consists of two biology departments – Department of Biology, UiB and Arctic Biology, UNIS, in cooperation the Department of Education (UiB) and Norway's largest research institute within the marine sciences, Institute of Marine Research.

Biology education has always had a strong theoretical ore, and we generally have a strong focus on training our students in relevant practical skills. In contrast, university programmes in biology have often ignored the societal relevance in implications of biology. In bioCEED, we believe that the biological triangle (Fig. 1) should have implications; not only for what we teach, but for how our students are trained. We need educations that can prepare our students for difficult and demanding roles in tomorrow's science and society. Towards this end, we will:

- Make use of the whole biological triangle in biology education
- Focus on the students, and what benefits their learning
- Exploit the research culture to grow a scholarly culture of teaching and learning

bioCEED has a range of educational research and development projects within four main areas; teacher culture, innovative teaching, practical training, and dissemination.

## 1. STRATEGIC FOCUS AREAS

### 1.1 Teacher culture

At the core of bioCEED's work is the realization that education, and educational quality, is a collegial responsibility. As each individual student is fundamentally responsible for his or her own learning, and as each individual teacher is also fundamentally responsible for the content and quality of the courses they teach, the overall responsibility is shared. Furthermore, students and teachers are not the only 'players' in the educational 'game', technical and administrative staff, teaching assistants, educational developers, and the departmental and institutional leadership are all part of the educational partnership. Together we shape the educational content and quality, both in terms of the subject matter and pedagogy, of our courses and programs.



Figure 1. The 'domain of biology' as defined by the interactions between the development of scientific content knowledge (theory, factual knowledge), the practices within biology itself, and society's applications of and needs for this knowledge and these skills. ©bioCEED



**The two academic cultures:** bioCEED

<p><b>Researcher</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Research groups</li> <li>• Social – built on trust</li> <li>• Collaborate to exploit complementary strengths</li> <li>• Continuous development – knowledge transfer</li> <li>• The scientific method</li> <li>• Share findings – open</li> <li>• Write, document, publish</li> <li>• Peer review</li> <li>• Follow the literature</li> <li>• Make use of new methods, new technology</li> </ul>	  	<p><b>Teacher</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alone in front of the class...</li> <li>• Distribute tasks – loneliness</li> <li>• Everyone does everything</li> <li>• ‘Flip over &amp; start again’</li> <li>• ‘Experience’</li> <li>• Own experience – closed</li> <li>• All documentation personal</li> <li>• Student evaluations</li> <li>• Trained when appointed (at best)</li> <li>• Conserve methods: the lecture!</li> </ul>
---	--	--

www.uib.no

Figure 2. The ‘two academic cultures’ perspective on how and why to implement a Scholarship of Teaching and Learning perspective in research-centered university departments has become a bioCEED trademark. ©bioCEED

bioCEED’s work to promote a teacher culture based on the principles of Scholarship of Teaching and Learning started by exploring why and how such a culture will benefit education, educational quality and the individual teachers (Fig.2). The next step was creating arenas where teaching staff collaboratively can develop their pedagogical knowledge and skills, and share and discuss teaching and learning. Such arenas now include teachers’ retreats, collegial projects and courses, seminar series and workshops. While we started with a focus on the university teachers, these arenas and processes are now gradually expanding to include the broader teaching partnership, in that administrative and technical staff, and student representatives, also participate.

bioCEED also works to strengthen educational leadership and build organizational structures that support a scholarly teaching culture, and gives visibility and recognition to quality teaching. bioCEED is an important contributor to developing educational strategies and quality enhancing actions locally, at the institutional level, and nationally. A major milestone in 2016 was the establishment of the first merit system for teaching in Norway, Excellent Teaching Practitioner, established at the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, UiB.

### 1.2 Innovative teaching

Developing and testing new teaching and learning methods and technologies is at the core of the bioCEED student-centered educational development. As illustrated by the bioCEED triangle (Fig. 1), the broad scope and range of biology in science and society, and the variety of subjects studied within a biology degree, offers great potential as a ‘lab’ for testing out a variety of teaching and learning methods. Exploring these opportunities is the core of the strategic development area Innovative teaching. Our education and our educational development is research-based, meaning that we integrate biological research in our educational activities, and that our educational development is both based on, and contributes to, educational research.

Student motivation and educational outcomes are highly connected with using appropriate, student-active learning methods, and with having access to an appropriate learning environment. We are developing and testing a series of methods, tools, and skills to support learning. These range from specific new tools and learning methods within single courses, to more cross-cutting, programme-wide initiatives. bioCEED aims to expand and develop the learning environment by effectively combining traditional approaches with novel field, lab, and digital approaches to support learning in biology education.

An overarching bioCEED aim is to better integrate skills training in courses, and to better align this training throughout the educational programmes. We work towards this aim through several projects:

- *bioSKILLS* aims to develop transferrable skills across the biology curriculum by streamlining and linking teaching and learnings of skills. The first module to be populated is bioST@TS, which is designed to help students get a better grip on data handling and statistics in the context of biological studies.
- Teach to Learn (*TE2LE*) aims to stimulate student's creativity and develop their collaborative, communicative and pedagogical skills. Students create video tutorials to teach their peers key scientific concepts.
- A joint project with SFU Matric is exploring opportunities for linking and aligning the mathematical and statistical content across courses to supporting learning and understanding in both subjects.
- Together for better learning (a co-operation between bioCEED, 3 UiB Faculties and SFU CEMPE) - aims to establish a better understanding of how and what students learn in, and from, practice.

bioCEED encourage and support teachers in testing and implementing new teaching methods, such as team based learning, flipped classroom, the use of digital tools and video production. Implementing new pedagogies are not an end to itself, however, and we encourage our teachers to see the broader picture in developing their teaching, and to strive to achieve alignment between learning outcomes, curriculum, learning and assessment activities.

Some of our current projects include:

- *ArtsApp*, a digital tool for species identification, developed as a collaborative effort between students, teachers and partners within and outside the university.
- Mapping of teaching methods using COPUS (Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM), and how teachers perceive their own teaching (Teaching Practices Inventory [TPI]). The study is accompanied by a student survey on motivation, engagement and confidence.
- Mapping teaching methods and student participation in biology and comparative politics courses at UiB, to investigate student participation, confidence, and gender aspects, in relation to teaching method and instructor behavior.

Student representation and participation is essential to all bioCEED's work, and students are involved at all levels in our projects and activities. In addition, we have a range of activities to ensure student engagement:

- Open student meetings and student seminars - aims to get the students' opinions on the different aspects of bioCEED's work, by discussing subjects such as what is good teaching, and different teaching and learning methods. The meetings and seminars are also used as forums for students to gain knowledge on specific subjects such as writing and reading skills or career options as a biologist.
- Student driven/student led projects - bioCEED support students in developing and running projects to improve educational quality and learning environment.

### 1.3 Practical training

One of the main hypotheses in bioCEED is that internships or placements in research, industry, and the public sector has potential to strengthen student motivation and support learning, also in disciplinary subjects like biology. A central goal is therefore to observe and assess to what extent

development of practical skills and workplace integration contribute crucial components to the student's experience of becoming a biologist.

bioCEED started offering internship-courses for biology students in 2015. These courses supplemented already-existing research project courses. Work practice is offered by a range of hosts and give students real work experience as biologists. bioCEED researches learning in internship and practice, and based on feedback from the students and preliminary analyses of results, we are confident that the learning outcome is high, and that other study programs may benefit from including internships. A novel aspect of the work practice courses is that student learning and development through the course are logged through blogs (<http://biopraksis.b.uib.no>), and that these blogs are used as course deliverables and in the student assessment.

The offer of "skills-courses" will be further expanded and practical skills training has also been integrated in several other courses through a range of activities. Sector contact is expanded across the curriculum, e.g. in the form of seminars with end user participation and invited talks in biology courses.

Another lower-key meeting place between students and workplaces is the annual career day. This is a student-driven activity that exposes the students to a broader range of career opportunities, and allows workplaces to promote themselves vs. potential employees.

#### **1.4 Learn more about bioCEED**

- Check out our web page: <http://bioceed.b.uib.no/>
- Sign up for the monthly Newsletter: <http://bioceednews.b.uib.no/>
- Follow us on Facebook, Twitter and Snapchat: <https://www.facebook.com/bioceed/>, <https://twitter.com/sfubioceed>, bioCEED Snapchat
- Check out the student blogs from work practice: <https://biopraksis.b.uib.no/>
- bioSTATS (first module of bioSKILLS): <http://biostats.b.uib.no/>
- Read the SFU Magazine: <http://www.nokut.no/en/Centres-for-Excellence-in-Higher-Education/The-SFU-Magazine/>

# Centre for Computing in Science Education

## Fornyelse av utdanning ved integrasjon av bergeninger

Anders Malthe-Sørensen, Ellen Karoline Henriksen, Morten Hjorth-Jensen, Knut Mørken, Hanne Sølna, Cathrine Wahlstrøm Tellefsen. *Centre for Computing in Science Education (CCSE), Universitetet i Oslo, Norge*

**ABSTRACT:** Det matematisk naturvitenskaplige fakultet ved Universitetet i Oslo har blitt tildelt et senter for fremragende utdanning, Centre for Computing in Science Education. Med utgangspunkt i fysikk skal senteret bidra til at utdanningene i real- og ingeniørfag fornyes ved å utnytte mulighetene som ligger i den matematiske verktøykassa utvides med numeriske løsningsmetoder på datamaskin. Dette gir en helt ny frihet i valg av faglig innhold i form av temaer, oppgaver og eksempler. Dermed kan utdanningene redesignes ut fra mer pedagogiske kriterier som vektlegger kreativitet og andre generiske ferdigheter, hva studentene opplever som relevante og realistiske problemer, hva som er en naturlig progresjon og ikke minst hva som gir bedre læring for studentene. I denne artikkelen beskriver vi bakgrunnen og målsettingen for senteret.

### 1 INNLEDNING

Tilgjengelig datakraft har vokst voldsomt de siste tiårene. Det har gjort bruken av databeregninger, problemløsning med datamaskin, til en uunnværlig del av utøvelsen av nær alle fagområder. Databeregninger er nå en integrert del av vitenskapene slik de anvendes i forskning og industri, og beregninger er forventet å påvirke alle sider av samfunnet [1]. Studentene må derfor lære hvordan de kan arbeide kreativt med intelligente maskiner. En utdanning som skal forberede studentene på en livslang karriere må derfor inneholde en innføring i databeregninger. Overraskende nok er dette i liten grad reflektert i de fleste utdanninger.

I fysikk er beregninger i dag en integrert del av faget slik det utøves i forskning og industri. En undersøkelse blant nylig ferdigutdannede studenter på NTNU [2] viser at en stor andel av studentene har behov for kompetanse i beregninger, men at studiet i liten grad forbereder dem på dette. I et sett med spørreundersøkelser rettet mot fysikkinstututter ved amerikanske universiteter i 2007 [3,4] kom det frem at de fleste mente at det var stort behov for en innføring i «beregningsorientert fysikk» (computational physics), men at dette i liten grad var reflektert i utdanningene. Den amerikanske organisasjonen for universitetslærere i fysikk, American Association for Physics Teachers mente at behovet for å gi en opplæring i beregninger i fysikk var så stort at organisasjonen i 2013 kom med en felles uttalelse til støtte for beregningsorientert fysikk [5]:

*“The American Association of Physics Teachers urges that every physics and astronomy department provide its majors and potential majors with appropriate instruction in computational physics”*

Den vanligste måten som beregninger blir introdusert i bachelor-utdanningen er gjennom et emne i beregningsorientert fysikk som vanligvis gis mot slutten av graden. Dette gir en viss innføring i beregninger, men man går glipp av to viktige effekter: Ved en tidligere integrasjon vil bruk av beregninger utvikle fremstillingen av faget og dermed oppleves som naturlig fagutøvelse og ikke som en spesialisering på linje med andre spesialiseringer mot slutten av bachelorgraden. Og studentene får på dette viset lite trening i beregningsorientert fysikk. Bruk av beregninger krever at studentene løser problemer ved å programmere en datamaskin til å løse problemet. Det krever mange av de samme ferdighetene som tradisjonell problemløsning, og slike ferdigheter øves erfaringsmessig best gjennom å lære metodene og så stadig anvende metodene over flere år og i mange sammenhenger slik at de blir en naturlig del av problemløsningsstrategien til studentene. Det vil et kurs i beregningsorientert fysikk mot slutten av bachelor-graden i liten grad bidra til.

En «dyp» form for beregningsorientering krever at studentene forstår og selv programmerer beregningsmetodene og ikke bare bruker avanserte kalkulatorer i form av integrerte programvarepakker. På denne måten blir de i stand til selv å tilpasse metodene og utøve kreativitet i måten de implementeres på. Dessuten bli matematikken og beregningene på denne måten gjennomslutlig og forståelig og ikke gjemt bak en kommando i et program eller en knapp på en kalkulator.

## **2 FYSIKK OG MATEMATIKK**

I fysikkutdanningen står matematiske ferdigheter sentralt fordi studentene bruker matematikk for å løse fysikkproblemer. I de fleste tilfeller betyr det å løse et fysikkproblem å omformulere problemet til et matematisk problem og så løse dette matematiske problemet. Dette gir ofte opphav til lukkede løsninger – løsninger i form av en formel som kan være riktig eller gal – og i mange tilfeller lange matematiske utregninger.

Dersom studenten kun har tilgang til tradisjonell matematikk er det svært begrenset hva slags matematiske problemer hun kan løse tidlig i studiet. Det betyr at studenten kun kan løse noen få, nøye utvalgte fysikk-problemer som kan forenkles til matematiske problemer som studenten kan løse med tradisjonell matematikk. Over tid har dette formet innholdet og formen på fysikk-utdanningen. I tradisjonell fysikkutdanning presenteres kun problemer som studentene kan løse med slik tradisjonell matematikk. Det er ofte forenklete problemstillinger som ligger langt unna realistiske og forskningsnære problemstillinger. Det har bidratt [6] til å skape et inntrykk av fysikk som lite relevant for virkelige problemer – et inntrykk som overhodet ikke stemmer med den profesjonelle utøvelsen av fysikk.

I den profesjonelle utøvelsen av fysikk løser en fysiker problemer gjennom databeregninger. Utviklingen av datakraft har gjort at vi nå kan løse praktisk talt alle typer fysikkproblemer matematisk, men med en matematikk som krever at studenten kan løse et problem med beregningsmetoder. Vanligvis lærer studentene slike metoder kun mot slutten av studiet, gjennom emner i beregningsorientert fysikk, og det får derfor ikke betydning for hvordan den tidlige utdanningen utformes.

Men hvis studentene i stedet tidlig lærer beregningsmessige metoder i fysikk, matematikk og informatikk vil studentene ha verktøy til å kunne løse et mye bredere spekter av problemer. Vi kan da i stedet velge faglig innhold i utdanningen ut fra pedagogiske eller andre faglige kriterier og ikke ut fra matematiske begrensninger. Studentene kan lære robuste, kraftige metoder som kan anvendes på mange problemstillinger og slik oppleve at fysikk er et kraftig fag som gjør det mulig å løse realistiske, interessante problemer. Det gjør det også mulig å fokusere mer på de generiske aspektene ved utdanningen slik som hvordan studentene løse problemer, samhandler og kommuniserer sine resultater.

Det er derfor mange muligheter som vil kunne åpne seg dersom beregninger blir undervist tidlig i utdanningsløpet og så brukt gjennom alle fagene som studentene møter. Men det finnes i dag svært få læreverker som har en slik integrert tilnærming, og det er få steder hvor det er en nær samhandling mellom undervisningen i matematikk, fysikk, og informatikk slik at det er mulig å få til en helhetlig bruk av beregninger på tvers av fag. Dette gjør at det er vanskelig å få til en slik omlegging av pensum selv om det skulle finnes gode faglige og pedagogiske argumenter for det.

## **3 CENTRE FOR COMPUTING IN SCIENCE EDUCATION**

Det er på denne bakgrunnen Centre for Computing in Science Education skal bygge sin aktivitet. Senteret har som ambisjon å bli det internasjonalt ledende fagmiljøet innen utviklingen av et nytt forskningsbasert pensum som integrerer beregninger på tvers av fagområder.

Senteret skal utvikle nye læringsmaterialer i form av lærebøker, oppgaver, laboratorieøvelser, eksempler og tester og det skal utvikle undervisnings- og læringsformer som er egnet til å bygge opp et beregningsorientert pensum. Men denne utviklingen skal være forskningsbasert, senteret skal også drive forskning på effekten av utdanningen og slik kunne dokumentere effekten av integrasjon av beregninger på relevante indikatorer. Dette krever oppbygning av en tverrfaglig utdanningsvitenskapelig forskningsaktivitet for studier av integrasjon av beregninger i høyere utdanning, et område som i dag er i sin spede barndom.

### 3.1 Studentdeltagelse

Studenter spiller en nøkkelrolle i utviklingen av et nytt pensum. Studentene bidrar ved å utvikle læringmateriale i form av lærebøker [7,8,9,10,11], oppgaver [12], eksempler, apper[13,14], blogger og programvare. De kan i mange tilfeller bidra i selve undervisningen fordi de har dyp kunnskap om programmering, og de kan slik også støtte fast ansatte undervisere som selv mener de ikke har tilstrekkelig kompetanse til å undervise i for eksempel programmering eller i å integrere programmeringseksempler i emnene de er ansvarlige for. Studentene vil også kunne delta som forskningsassistenter som samler data om effekten av utdanningen allerede tidlig i studiene [19,20]. Studentene kan dessuten delta i forskningsprosjekter som krever kompetanse i beregninger siden de får denne kompetansen tidlig i studiene. Dette gir studentene muligheter til å utvikle og synliggjøre sine talenter tidlig i utdanningsløpet noe som igjen bidrar til motivasjon og utløser kreativt potensiale.

### 3.2 Forskningsbasert spredning og tilpasning

Utvikling av nytt materiale og nye metoder er kun viktig dersom de blir brukt. Spredning av kunnskap og erfaringer er derfor en nødvendig del av virksomheten og slik spredning må også være basert på forskningsbasert kunnskap. Det har vært gjort flere studier av hvordan spredning av forskningskunnskap om undervisning i fysikk kan gjøres vellykket [15,16,17,18]. Disse studiene viser at vi i spredning av forskningsinnsikter må bruke de samme prinsippene som innsiktene selv forteller – overføring lykkes best når den krever aktiv deltagelse og ikke bare passiv formidling. Det betyr at en strategi for spredning bør gå ut over foredrag. Resultatene fra spredning av forskning på fysikkundervisning [15,16,17,18] viser at for å få god effekt må spredning være basert på

- Workshoper og instruksjonsbasert undervisning
- Klar formidling av alle aspekter ved den underliggende forskningen – mislykkede anvendelser skyldes ofte misforståelser eller feiloppfatninger om metodene som brukes
- Utvikling av fleksible metoder og materiale da de fleste undervisere ønsker å tilpasse materialet til en lokal situasjon som ofte oppleves svært forskjellig fra andre situasjoner
- Forpliktende partnerskap med undervisere slik at de følges opp over tid
- Kontinuerlig observasjon og måling av hvilke metoder for spredning som virker

Studenter kan dessuten spille en viktig rolle i spredning av materiale da de ofte i mindre grad er bundet i eksisterende tradisjoner og oppdeling i fagdomener. Vi har for eksempel lykkes godt med å involvere fysikkstudenter i å utvikle materiale og metoder for undervisning i biologi i samarbeid med biovitenskapelige fagpersoner.

Senteret har som ambisjon å spre kunnskap gjennom partnerskap med andre fagområder og andre institusjoner, nasjonalt og internasjonalt.

### 3.3 Eksempel på undervisningspraksis fra fysikk

Hvordan vil integrasjon av beregninger utøves i praksis? Dette kan illustreres gjennom et eksempel fra fysikk [7,8]. I tradisjonelt fysikkpensum lærer studenten i mekanikk om Newtons andre lov. For bevegelse i to dimensjoner skal studentene lære hvordan man kan bruke elementer fra kalkulus i matematikk til å beregne banen til en kanonkule hvis det ikke er luftmotstand.

Dette er en klassisk oppgave som nær alle fysikkstudenter har vært gjennom og lært å mestre. Men det har vært lite fokus på hvordan en slik oppgave bidrar til om studentene oppfatter fysikk som en lukket eller en åpen virksomhet og i hvilken grad studentene får mulighet til å utvikle kreativitet og eksperimentere med resultatene.

I den klassiske versjonen av «skrått kast» skal studentene finne hvor langt en kanonkule går som funksjon av vinkelen og farten den skytes ut med. Det finnes en lukket løsning på dette problemet i form av en formel som angir lengden kula går som funksjon av vinkelen. Og det er bare en mulig løsning. Denne løsningen krever en god del matematisk utregning som ofte går galt ved første gjennomregning. Og når studenten har funnet det endelige svaret kan hun sammenlikne med fasiten eller med sine medstudenter for å se om hun har fått riktig svar.

En slik oppgave tilfredsstillende noen grunnleggende læringsmål for fysikkutdanningen slik som evnen til å kunne dekomponere en bevegelse slik at kraften og dermed akselerasjonen kun virker langs en akse, samt evnen til å kunne forenkle et komplisert fysisk fenomen og anvende Newtons andre lov.

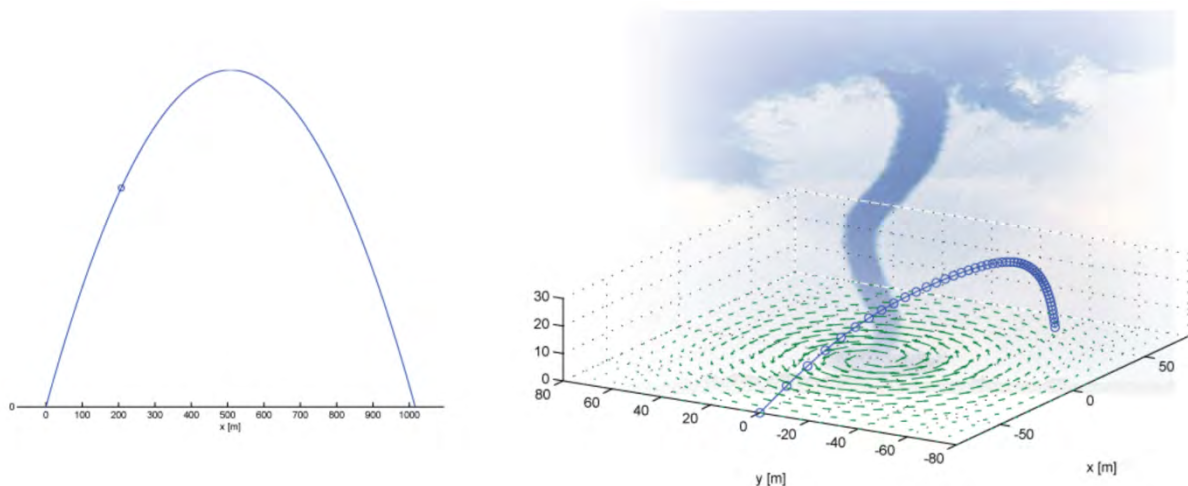
Men denne varianten klarer ikke å utnytte hele potensialet i en slik oppgave. La oss se på en alternativ formulering av den samme typen oppgave.

Studenten kan i stedet bli bedt om å finne ut hvordan man skal plassere en probe i en tornado slik at proben kan fange opp hastighetsfeltet til tornadoen best mulig. Dette svarer til situasjonen i filmen «Twister» med Helen Hunt i hovedrollen som tornadojeger. Studenten kan få oppgitt hastighetsfeltet til tornadoen og skal finne ut hvordan proben beveger seg. Dette er en oppgave som har mye til felles med «skrått kast», men den kan ikke løses med tradisjonelle matematiske metoder. I stedet må studenten utvikle et program som finner banen til proben. Dette programmet må testes på tilfeller som studenten kan løse eksakt, slik som det tradisjonelle tilfellet av «skrått kast», men dette er kun et steg på veien. Ved å gjøre en slik test lærer studenten også om grunnleggende metoder for hvordan vi driver reproducerbar vitenskap, et viktig læringsmål for en grunnleggende fysikkutdanning.

Når hver enkelt student gjør en slik simulering vil alle studentene få litt forskjellige resultater. Det fører til at studentene snakker med hverandre for å finne ut hvilke resultater som er riktige, hva eventuelle feil består i. Oppgaven er altså ikke lukket. Den har ikke kun ett svar, men mange mulige riktige svar. Det er snarere hvordan studenten forholder seg til en slik situasjon og hvordan hun tester sin egen modell som er det ønskede læringsutbyttet, i tillegg til en forståelse for «skrått kast». Dette gjør at oppgavene også utvikler en rekke andre, mer generiske ferdigheter som evnen til å kommunisere fysikkforståelse muntlig og skriftlig og evnen til å teste egne resultater.

En slik oppgave åpner dessuten for utforskning og kreativitet da studentene selv kan velge mange mulige løsningsstrategier: Det er mange måter å skrive et program som finner banen til proben, mens det er få måter å føre et matematisk argument som finner banen ved «skrått kast».

Disse elementene av samhandling, etikk, kommunikasjon og kreativitet er elementer som utløses av det nye innholdet. Det er enkelt å få dette til tidlig i utdanningen fordi studentene har verktøy som gjør det mulig å integrere slike elementer. Samtidig utvikle slike oppgaver grunnleggende ferdigheter som er etterspurt i samfunnet og nyttige i videre studier og i arbeidslivet, inkludert forskning.



**Fig 1.** Illustrasjon av den klassiske kulebanen for ”skrått kast” og banen til en probe som skytes gjennom en tornado.

### 3.4 Eksempel på undervisningspraksis fra biologi

Undervisningspraksisen i biologi er mindre utviklet og utprøvd enn i fysikk, men illustrerer andre effekter som bruk av beregninger kan bringe frem. Et klassisk eksperiment i biologiundervisningen er vekst av *E. coli* bakterier. Studentene kan måle hvor mange bakterier de har i en skål ved forskjellige tidspunkter og analysere resultatene. I en klassisk tilnærming til biologi vil fokus være på måling og karakterisering av eksperimentet og i å utvikle en matematisk modell i form av en differensiallikning for veksten av bakterier. Ulempen er at selv om denne likningen i sin enkleste form kan løses matematisk, vil den jevne biologistudent ikke ha den nødvendige matematiske bakgrunnen til at dette blir godt forstått tidlig i studiet. Det gjør at modell og eksperimenter lett vil kunne fremstå som frikoblet. Dessuten vil en matematisk løsning av den forenklede modellen gi få muligheter til å eksperimentere fordi den har få parametre og modellen kun inkluderer noen få biologiske effekter.

En alternativ tilnærming er i stedet å fokusere på analyse og plotting av eksperimentelle data og så utvikle en enkel diskret modell for prosessen hvor fokus er endringen i antall bakterier fra en generasjon til en annen. En slik modell vil enkelt kunne simuleres med et dataprogram, og resultatet fra modellen vil kunne sammenliknes direkte med eksperimentet, selv om studenten ikke mester den underliggende matematikken for differensiallikninger. I en slik situasjon vil dessuten modellen kunne utvides med andre effekter som er krevende å inkludere i en klassisk matematisk modell fordi man da vil være bundet av hvilke ligninger en student kan løse rent matematisk. Med beregningsmetoder vil studenten kunne løse de fleste variasjoner av modellen de selv klarer å komme opp med. Slik gir en beregningstilnærming også her muligheter for kreativitet og utforskning, noe som igjen gir et godt grunnlag for diskusjoner studentene i mellom.

Vi har en hypotese om at en slik tilnærming vil være enklere å følge for studenter med mindre fordypning i matematikk og at denne tilnærmingen vil kunne bidra til å gi studentene en bedre forståelse for behovet for matematikk og slik sett en bedre motivasjon til å lære seg matematikk. Dette er en hypotese vi vil arbeide med å teste ut når de nye studentene i biovitenskap på UiO starter sitt studium med et emne med slike eksempler fra høsten 2017.

#### 4 KONKLUSJON

Vi har her antydnet hvordan det nye Centre for Computing in Science Education vil bidra til å utvikle et nytt fagområde – utdanningsvitenskapen bak integrasjon av beregninger – et område som nå er i sin barndom. Den sterke fremveksten av databeregninger som et nødvendig verktøy i de fleste fagfelt vil tvinge fram endringer i hva innholdet i fagene vil være og hvordan de undervises: Integrasjon av beregninger vil bli integrert. Dette åpner for en rekke faglige og pedagogiske muligheter og utfordringer. Vi kan nå legge opp utdanningen basert på faglige og pedagogiske argumenter og ikke basert på våre matematiske begrensninger til å løse kompliserte problemer. Eksempler fra anvendelser av beregningsmetoder viser at de åpner for nye og mer studentaktive og prosjektorienterte undervisningsmetoder, de åpner for kreativitet og utforskning i undervisningen, de åpner for etiske refleksjoner og for innføring i realistiske arbeidsmetoder og de gjør det mulig å introdusere studentene for realistiske problemer og forskning tidlig i studiet.

#### REFERANSER

1. Brynjolfsson, E.; McAfee, A., *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company: 2016.
2. Stormo, A. (2009) *Integrering av numeriske beregninger i grunnleggende fysikk-kurs*, M.Sc. Thesis, NTNU.
3. Fuller, R. G., *Numerical Computations in US Undergraduate Physics Courses*. *Computing in Science and Engineering* 2006, 8, (5), 16-21.
4. Landau, R., *Computational Physics: A Better Model for Physics Education*. *Computing in Science and Engineering* 2006, 8, (5), 22-30.
5. American Association of Physics Teachers, *Statement on Computational Physics*; 2011.
6. Seymour, E.; Hewitt, N. M., *Talking About Leaving: Why Undergraduate Leave the Sciences*. Westview Press: 2000.
7. Malthe-Sørenssen, A., *Elementary mechanics using Python*. Springer: 2015.
8. Malthe-Sørenssen, A., *Elementary mechanics using Matlab*. Springer: 2015; p 590.
9. Langtangen, H. P., *Python Scripting for Computational Science*. Springer: 2009.
10. Langtangen, H. P., *A Primer on Scientific Programming with Python*. Springer: 2014.
11. Langtangen, H. P., *Computational Partial Differential Equations*. Springer: 2003; p 862.
12. Malthe-Sørenssen, A.; Hjorth-Jensen, M.; Langtangen, H. P.; Mørken, K., *Integration of computing in the physics education*. *Uniped* 2015, 4, 303-310.
13. Dragly, S.-A.; Hafreager, A.; Mobarhan, M. H.; Solbrå, A.; Tennøe, S. *Atomify*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.compphys.atomify> , <https://itunes.apple.com/no/app/atomify/id934441274>
14. Dragly, S.-A.; Hafreager, A.; Mobarhan, M. H.; Solbrå, A.; Tennøe, S. *Neuronify*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=net.ovilab.neuronify> , <http://cinpla.github.io/neuronify/doc/>

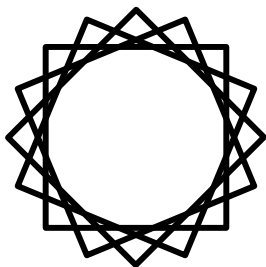


15. Henderson, C., Dancy, M. & Niewiadomska-Bugaj, M. Use of research-based instructional strategies in introductory physics: Where do faculty leave the innovation-decision process? *Phys. Rev. Spec. Top. - Phys. Educ. Res.* **8**, 020104 (2012).
16. Dancy, M. & Henderson, C. Pedagogical practices and instructional change of physics faculty. *Am. J. Phys.* **78**, 1056–1063 (2010).
17. Henderson, C. & Dancy, M. H. Impact of physics education research on the teaching of introductory quantitative physics in the United States. *Phys. Rev. Spec. Top. - Phys. Educ. Res.* **5**, 020107 (2009).
18. Henderson, C. & Dancy, M. H. Barriers to the use of research-based instructional strategies: The influence of both individual and situational characteristics. *Phys. Rev. Spec. Top. - Phys. Educ. Res.* **3**, 020102 (2007).
19. Sørby, S. A.; Angell, C., Undergraduate students' challenges with computational modelling in physics. *NorDiNa: Nordic Studies in Science Education* 2012, 8, 283-296.
20. Sørby, S. Computationally oriented physics in bachelor courses at the University of Oslo: A didactic study of first year students' meeting with numerical mathematics and programming with applications in mechanics. MSc Thesis, University of Oslo, 2010.

## **Engage**

### **Centre for Engaged Education Through Entrepreneurship**

**Engage - Centre for Engaged Education through Entrepreneurship ble åpnet 01. februar 2017 og er ett av 7 sentre for fremragende utdanning (SFU) i Norge. Senteret har fått finansiering for 5 år med muligheten til ytterligere finansiering i 5 år, så en mulig total periode på 10 år. Vertskapet for Engage ligger hos fakultetet for økonomi ved NTNU. Konsortiet som utgjør Engage består av NTNUs Entreprenørskole (NTNU - IØT), Handelshøyskolen ved Nord Universitet, Ekspertene i Team (NTNU - IØT), TrollLabs (NTNU - MTP) og Spark\* (NTNU) Fellesnevneren for disse organisasjonene er anvendelsen av realistiske, relevante og engasjerende læringsmetoder som legger vekt på praktiske tilnærminger til læring. Ved å kombinere, utvikle og formidle slike handlingsbaserte læringsmetoder videre, er målet til Engage å utdanne studenter som er i stand til og villige til å påta seg roller som endringsagenter i samfunnet. En endringsagent er en person som er komfortabel med og i stand til å møte og ta kontroll over og håndtere de uunngåelige endringene som oppstår i samfunnet.**



# **engage**

## ExcITED: Centre for Excellent IT Education

Guttorm Sindre

*Department of Computer and Information Science  
Norwegian University of Science and Technology (NTNU)  
guttors@ntnu.no*

**ABSTRACT:** ExcITED has been granted status as a centre for excellence in education by NOKUT 2016-21. In this paper we present the vision, objectives and ongoing work packages of the centre, as well as discussing the underlying challenges for educational research and innovation.

**Keywords:** security, penetration testing, misuse cases, socio-technical systems, e-exams

### 1 INTRODUCTION

Alike other highly developed countries, Norway has a growing demand for IT professionals. Although prognoses are always uncertain, there tends to be agreement that the need will outgrow the educational production. In Norway there is an estimated shortage of people with advanced IT competence approaching 10.000 by 2030 (DAMVAD, 2013). Similar predictions of shortage exist for the EU/Ireland (Government of Ireland, 2014) and US (US Bureau of Labor Statistics, 2014). Many young are either unaware of the positive career prospects in IT, or avoid IT studies due to prejudice about the discipline or type of work that it leads to (Hewner & Guzdial, 2008; Grover et al., 2014). Some of these prejudice affect girls more than boys (Papastergiou, 2008), for instance perceptions that IT studies and jobs are mainly machine-oriented rather than people-oriented, thus fit for nerdy loners with little social skills.

ExcITED is a response to the acute need for more IT candidates and with more balanced gender recruitment. The vision and objectives of ExcITED can be quoted from the application document (NTNU and Nord University, 2016) as follows:

"Our vision is to *put Norway in the forefront of innovative IT education and make IT an increasingly more attractive study choice for young people*, by focusing on three objectives:

1. Enhance the learning in our study programs through increased student engagement and cross-campus collaboration and co-reflection among students and staff.
2. Enhance motivation and career-readiness of the candidates by increased collaboration with potential employers in the design, delivery and quality assurance of the education.
3. Attract diverse talent to IT studies and profession by motivating for and improving the knowledge of IT and its possible career paths among Norway's pre-university youth.

As can be seen from these objectives, the centre's ambition is to deal with challenges ranging from recruitment of candidates (objective 3), through the learning of our candidates while studying (objectives 1 and 2), and enabling our candidates to be ready for their careers (objective 2). This latter objective also entails keeping contact with alumni after they graduate, since many alumni gradually end up in roles where they make employment decisions concerning new graduates.

The centre plan is currently divided into five projects (or work packages), where P1 mainly deals with the third objective concerning recruitment, P2-P4 mainly with the first objective of enhancing learning in our study programs, and P5 mainly with career readiness and contact with work-life and employers. The projects are as follows:

P1: "Informed Decision" - to increase the knowledge of IT studies and profession among Norwegian youth, thus helping them to consider IT as a study choice on a better informed basis than what is currently the case.

P2: "Projects of Becoming" - helping students to tackle the transformation from high school to university studies, and to achieve self-efficacy in working towards the goal of the study as a whole.

P3: "Learning through Construction" - exploring learning activities where students make something. Often such activities take place in teams in a project-based setting, but they could also be more individual.

P4: "Sharing and Diversity" - helping teachers and students share resources and collaborate across campuses, as well as utilizing the recent mergers at both NTNU and Nord to offer more diversity to students.

P5: "Career Readiness" - expand the connection between education and work-life, providing the students with "real-life" industry-driven learning.

The rest of this paper is structured as follows: Sections 2-6 discusses, one by one, the five projects P1-P5 just listed above. Then, finally, section 7 provides an overall synthesizing discussion and some concluding remarks.

## 2 INFORMED DECISION

As mentioned in the Introduction, there is a general assumption that many young might have talents that could lead to good jobs in IT, but yet shun away due to prejudice against IT studies and work. On the other hand, there may also be students who do enroll in IT, only thereafter to realize that they have made a wrong choice and should have studied something else. Hence, it should not be a goal to simply recruit as many young as possible to IT studies, and certainly not to do so by slick advertising or misrepresentation of what the studies contain. If students arrive with expectations that are not met, or embark on studies that they do not have the necessary talent and motivation for, this will only lead to high drop-out rates, not an increased number of IT candidates for Norway. The key assumption behind P1, with the title "Informed Decision", is that one must focus on attracting the *right* applicants, those who have talents and personal preferences that would fit what a certain study program offers. To enable such right choices, pre-university youth must be given better knowledge about what IT studies consist of, and what types of work they may lead to.

This may be more challenging for IT than for some other disciplines because lower education in Norway has little to offer when it comes to computing courses. Compulsory exposure to IT mainly amounts to usage of IT in other courses, which does not give any clear idea what IT studies would contain. Of dedicated IT courses, there are two elective ones in high school, nothing compulsory. A new elective course in Programming is currently being introduced in middle-school in Norway. This may help increase the knowledge about IT. However, elective courses in IT in lower education may also hurt recruitment rather than help it, e.g. if courses are of poor quality due to lack of competent teachers, or if they create a false impression of IT studies and work, for instance that it is mainly about programming. Also, elective courses may hurt the recruitment of girls in particular if they are taken mainly by boys, thus contributing to strengthening rather than reducing gender imbalance. We do not have statistics for the recently started Programming course in middle school yet, but the most closely related course "Technology in practice" has approximately a 4:1 ratio of boys vs. girls (Dæhlen & Eriksen, 2015). The elective courses IT1 and IT2 in high-school have slightly more balanced ratios (Bjørkeng, 2011), approximately 2:1 and 3:1, respectively, though this indicates that fewer girls than boys continue with IT2 after taking IT1.

An ambition for P1 is to help computing courses in lower education to succeed, as well as pursuing other activities that increase the knowledge about IT among young Norwegians. One goal is to establish a network that will promote and support IT education in schools, similar to such networks in other countries, like the CAS network in UK (Hubwieser et al., 2015) or the Georgia Computes network in the US (Guzdial et al., 2014). Short term tasks for ExcITEd in P1 (2017) are to get an overview of the state of practice, e.g., what is currently being done with IT in lower education in Norway, both in terms of courses specifically dealing with IT, and usage of IT in other courses, and what are state-of-the-art efforts internationally with respect to increasing interest for computing among the young in general, and girls in particular. Based on this, the project will then proceed to develop activities towards schools, in synergy with an EU project that IDI/NTNU is also involved in, namely UMI-Sci-Ed<sup>1</sup>. We also have several other ongoing activities to build upon, as also mentioned in the application: Nord University has 4 courses relevant for IT teachers, and NTNU at Kalvskinnet has been offering a

---

<sup>1</sup> UMI-Sci-Ed (2016-2019), Exploiting Ubiquitous Computing, Mobile Computing and the Internet of Things to promote STEM Education, H2020 – SEAC – 10 – 2015.

MOOC in ICT for teachers for several years. NTNU has a teacher education in Natural Sciences that includes a specialization in mathematics and informatics, though only few candidates select the informatics specialization here, assumedly due to the few courses and thus little need for IT teachers in lower education compared to e.g. maths or natural science. NTNU's resource centre for STEM-education (Skolelaboratoriet: [www.ntnu.edu/skolelab](http://www.ntnu.edu/skolelab)) offers continuing education for teachers and support for science education in schools. One popular offering is Kodeløypa, a series of programming workshops for kids, cf. [www.ntnu.no/skolelab/kodeloypa](http://www.ntnu.no/skolelab/kodeloypa).

### 3 PROJECTS OF BECOMING

The title of P2, "Projects of Becoming", holds a recognition that the freshman student arriving at university has embarked upon two quite challenging projects, one of shorter duration and one of longer duration. The shorter project is about managing the transition from being a high-school student to a university student, while the longer project is the transition from being a freshman student to a graduate with the professional knowledge and skills needed in the job market.

Both transitions, of course, are mastered reasonably well by many students already, they do pass their exams, graduate and get good jobs - and have a great time during their studies. However, many students also struggle with the transition from high-school to university. Some experience social and lifestyle problems related to moving away from home, e.g. away from friends and family (loneliness) and parental control (e.g., excessive partying, sitting up all night playing computer games). The study pressure is higher, but some instead end up studying less, due to failure to deal with the increased freedom and less follow-up from teachers, thus causing procrastinating behavior where important learning activities are delayed for too long. For some, this causes failure at first year exams, and then drop-out. Another challenge is that some students do not see how the short term activities (e.g., heavy theory courses like maths) contribute to their long-term goal of becoming an IT professional.

The universities have developed approaches for receiving first-year students, helping them getting to know classmates, and getting started as students, often with some motivating start-up project. For instance, NTNU has Teknostart for the Master of Technology (CS) students and Realstart for Bachelor Informatics students. Both focus on the first two weeks and include teamwork on a motivating project, combined with activities to demonstrate the usefulness of necessary theoretical basis like maths. While a lot of good work has been done in establishing Teknostart / Realstart and offering interesting content there every year, there are also some weaknesses: The short duration just in the start of the semester means that students who arrive late will miss it. This may typically happen to students admitted in the final supplementary round, after other students did not show to take up their offered study place. These students will then arrive after others have gotten acquainted with each other, a difficult situation if the student is not very outgoing. Also, the start-up project appears to the student as somewhat disconnected with the rest of the semester. After the first two weeks, the teaching shifts to mainstream lectures of four separate courses in large auditoria, and the learning experience of the first two weeks appears less relevant for the end-of-term exam. Interesting questions are thus:

- can start-up projects for first-year students be organized in a better way which appears more connected with the mainstream learning, and with a longer duration (e.g., during the two first term of year)? For instance, at Nord they have a GameLab which starts from week one and goes through the whole first year.
- how should the first year courses be organized to be optimal for freshmen students? And how can alignment between the short term (first year courses) and long term (becoming the sought after IT professional) be demonstrated in a motivating way?
- should first year students be offered more study skills courses early on, rather than just topical knowledge? E.g., Teknostart/Realstart has included a component on working in teams. However, while some students may have weaknesses here, some are also very good at this, being heavily exposed to teamwork in lower education. Rather, they may have shortcomings of individual study skills, such as the ability to concentrate, read and learn effectively from textbooks, take good notes at lectures, manage their own time, and attack complex problem solving tasks without giving up too soon.

- to what extent can physical areas contribute to developing a good study culture among first-year students? Some study programs have had success with fixed locations for first year students to sit: an area which is "their" space, where they have their equipment etc., and on some occasions teachers come to the students' area rather than the other way around.
- how can students that struggle (e.g., with loneliness or study behavior that entails high risk of failure and drop-out) be identified early and be offered effective help? (but without collecting information that would be against privacy legislation)
- Connection to international best practice will be key also in this project, for instance following new developments as published at conference series like the European First Year Experience Conference and the Annual Conference on the First-Year Experience.

#### **4 LEARNING THROUGH CONSTRUCTION**

The aim in this project is to create student engagement by focusing on learning activities where they develop various kinds of artifacts. Often, this would be done in teams, in a project-based setting, and all the involved campuses already have various kinds of project courses where such learning takes place. At Nord University the so-called GameLab is a kind of company simulator where student teams work as if they constitute a small game development company, reporting to a customer (role-played by a teacher with game industry experience). This starts already from the very beginning of their studies (first semester) and takes up one full day per week during the semester. NTNU has several team project courses. Some of these have real customers, some let the students develop their own requirements, and some focus on later development stages, starting out with a requirements specification provided by the staff. There is also a HackerSpace ([hackerspace.ntnu.no](http://hackerspace.ntnu.no)) which is not used in any particular course, but where students can explore self-driven construction projects in between courses, applying what they have learnt as well as learning more beside the course curriculum. In Kalvskinnets campus, the Concurrent lab (<https://www.ntnu.no/iie/forskning>) exposes the students to real-time collaboration systems such as shared screens and projectors. NTNU/Ålesund has a FabLab (<https://www.ntnu.edu/fablab/>) equipped with 3D printers, Arduino kits and similar equipment, offering possibilities for creative projects.

The aims of P3 "Learning through construction" is to come up with ways to employ such creative and project-based activities even more systematically in the studies. By comparing initiatives at various campuses, analyzing strengths and weaknesses, we will find out how learning through construction can enhance both motivation, engagement and the effective achievement of specified learning outcomes. One inherent challenge is how to allow for as much creativity and fun as possible, and yet retain control that certain important learning outcomes are achieved concerning knowledge topics and skills supposed to be addressed in the project work. For the validation of the proposed method, future work could include experiments to investigate whether people come up with more or better penetration tests if using these modeling languages than if using other approaches (either completely ad hoc, some of those presented in related work, or other modeling approaches like for instance goal-oriented models). It would also be interesting to see if a top-down or bottom-up process to attack brainstorming is the most effective, as well as whether brainstorming is most effective in groups or individually.

#### **5 SHARING AND DIVERSITY**

Following recent mergers, both NTNU and Nord have ended up as multi-campus universities. From the NTNU side, campuses at Gløshaugen, Kalvskinnets, Gjøvik, and Ålesund are all involved in ExcITED, and in P4 "Sharing and Diversity" there is also a subproject involving some collaboration with people at the Dragvoll campus. At Nord, it is mainly the two study programs in game development and media technology at the Steinkjer campus that are involved, but with some collaboration potential also to other campuses.

The new multi-campus situation implies both challenges and opportunities. For instance, NTNU now has 17 study programs within the scope of ExcITED. All of these study programs, in four different campuses, will be teaching similar essential courses in computing, like for instance programming, databases, operating systems. Of course, the fact that a several different study programs / campuses have a course with the same name, does not necessarily mean that the contents is - or should be - identical. The targeted students could be different, and the study program context that the course is placed within, could also be different, meaning that the courses also need to be different. For instance, one

typical assumption is that courses in 3 year engineering study programs should be more hands-on and practical, while university courses are traditionally more theoretical. Nevertheless, it is reasonable to assume that some courses will be fairly similar, and others - although different - will at least have some overlap. Wherever there is overlap, there is a potential for teachers to collaborate about the development of learning resources, and such collaboration could be employed to develop more learning resources, or higher quality learning resources, using the same or less effort than before. There could also be possibilities for students to collaborate and learn from each other across campuses. Such learning experiences would also be well-aligned with later jobs, as remote collaboration is common in the IT industry. Sharing of resources and experiences across campuses is therefore one of the major opportunities following from the mergers. Some of this will take place in a Community of Practice in Computer Science Education (CoPCSE), with intentions to include also other Norwegian universities than the partners in ExcITED.

At the same time, whenever different campuses have different course offerings, this can also be utilized to offer more diversity to students. Assume for instance that a student is enrolled in a program in campus X, and becomes very interested in computer graphics - however, campus X unfortunately has few courses to offer in that area. After the merger, there should be increased possibilities for the student then to take such courses offered by campus Y, as long as this can be organized effectively.

P4 "Sharing and Diversity" hence addresses both how to collaborate effectively across campuses, and how to offer diversity across campuses. It will look into possible tools that can support this, and how we can combine the best from on-campus studies (which are our main focus) with the best from web-based distance learning.

## 6 CAREER-READINESS

Although we already do well in many aspects of career-readiness (e.g., many of our students have job offers 6-12 months before they graduate), there is still potential for improvement. One thing is to find out how to revise our curricula, e.g., what the students need to know for the future job market and their life-long development as professionals. At IDI/NTNU we have performed alumni surveys with four year intervals (2007, 2011, 2015) to have some idea what knowledge our candidates have had use for in practice and what they have had less use for. However, getting a good response rate on such surveys is challenging, and it has to be combined with other kinds of input, such as international curriculum development efforts for instance by ACM/IEEE and input from employers rather than just the alumni themselves. It is also important to keep in mind that not all our candidates should end up being employed by existing companies, some should instead become entrepreneurs creating their own jobs.

In addition to work-life involvement in curriculum development, there are also many other types of connections that should be nourished with industry. People from industry could provide guest lectures to supplement the more theoretical material in textbooks or teacher lectures, and they could provide work-life narratives showing how various course topics are relevant in future jobs. Both private and public enterprises could be customers in student projects, offering real-life problems for the students to solve. Interesting questions to address here is what constitutes a good guest lecture (in terms of student learning and motivation), and what constitutes a good industry project for a student or team of students.

The ability to get relevant summer jobs could also be very important for students, both economically and as motivation for working hard to achieve learning outcomes needed for the summer job. One important aspect of the career-readiness project is therefore not only to look at the career-readiness of students at the point of final graduation, but instead as something which is built incrementally during the studies. We would like to investigate with industry what relevant summer jobs students might be able to get already in the first and second summer vacation. If it turns out that their competence at this stage yields only minor possibilities for relevant summer jobs, a natural follow-up question might be if a better potential for early yet relevant summer jobs could be achieved by sequencing the topics of a study program differently?

## 7 CONCLUSION

Although ExcITED is structured as five projects P1-P5, each with a different project leader (Monica Divitini, Trond Aalberg, Line Kolås, Rune Hjelsvold, Birgit Krogstie), there is of course strong synergies between the projects and frequent coordination across projects within the management team. For instance, improving the studies themselves (focus of P2-P5) will also be key to improving recruitment (P1), as the best advertising a study program can have is the student who comes home on Xmas or summer vacation and tells younger friends about having a great experience, both in terms of learning and social life. Learning through construction (P3), while relevant throughout the studies, can also be a key component in engaging first year students (P2) and connecting to industry (P5) - as well as being an activity that can involve remote collaboration between teachers and students (P4). Nevertheless, it made sense to decompose the centre into these five projects to break it down into manageable chunks and make specific tasks and goals to report on. As for dissemination, our key focus is dissemination for action, developing open results and learning resources that also universities outside ExcITED can benefit from.

## REFERENCES

- Bjørkeng, B. (2011) Jenter og realfag i videregående opplæring. Report (in Norwegian), Statistisk Sentralbyrå, ISBN 978-82-537-8034-4
- DAMVAD and Samfunnsøkonomisk analyse (2014). Dimensjonering av avansert IKT-kompetanse. Report (in Norwegian), 12 June 2014, <https://www.regjeringen.no/nb/dokumenter/Dimensjonering-av-avansert-IKT-kompetanse/id762445/>
- Dæhlen, M., & Eriksen, I. M. (2015), "Det tenner en gnist" - Evaluering av valgfagene på ungdomstrinnet. Report (in Norwegian), NOVA Rapport 2/2015. <https://www.udir.no/globalassets/upload/forskning/2015/nova-rapport-2-15-evaluering-av-valgfagene-.pdf>
- Government of Ireland (2014). 20. ICT Skills Action Plan 2014-2018, "Government, Education and Industry working together to make Ireland a global leader in ICT talent" retrieved 1 March 2017 from [http://cork.etb.ie/wp-content/uploads/sites/20/2014/08/14042014-ICT\\_Skills\\_Action\\_Plan-Publication.pdf](http://cork.etb.ie/wp-content/uploads/sites/20/2014/08/14042014-ICT_Skills_Action_Plan-Publication.pdf)
- Grover, S., Pea, R., & Cooper, S. (2014). Remediating misperceptions of computer science among middle school students. In Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education (pp. 343-348). ACM.
- Hewner, M., & Guzdial, M. (2008). Attitudes about computing in postsecondary graduates. In Proc. of the International Computing Education Research Conference (pp. 71-78). ACM.
- Hubwieser, P., Armoni, M., & Giannakos, M. N. (2015). How to Implement Rigorous Computer Science Education in K-12 Schools? Some Answers and Many Questions. ACM Trans. on Comp. Ed. (TOCE), 15(2).
- NTNU and Nord University (2016). Excellent IT Education (ExcITED) - application to NOKUT for a centre for excellent education, May 2016.
- Papastergiou, M. (2008). Are computer science and information technology still masculine fields? High school students' perceptions and career choices. Computers & Education, 51(2), 594-608.
- US Bureau of Labor Statistics (2014). Employment Projections 2010-2020, available at <http://www.bls.gov/emp/>



## **MatRIC: Centre for Research, Innovation and Coordination of Mathematics Teaching**

**Simon Goodchild**

**University of Agder**

***Key words: Centre for Excellence in Education, Senter for fremragende utdanning, Mathematics, matematikk***

### **Abstract**

MatRIC is one of eight centres for excellence in education awarded by the Norwegian Agency for Quality Assurance in Education (NOKUT). MatRIC's goal is to be a resource for mathematics teachers and students in Norwegian universities and university colleges. The objective is that all Norwegian students who study mathematics as a so called 'service subject' in programmes such as engineering and natural sciences, or by choice, should enjoy excellent, world class opportunities to learn mathematics. MatRIC's strategy to reach this goal and achieve the objective is to expose, promote and disseminate excellent practice wherever it exists. The strategy is realized through a variety of actions that facilitate networking of mathematics teachers, sharing experience and learning about research and innovation, especially directed to increased student engagement and R&D based education. Additionally, actions are focused directly towards students, such as a joint UHR/MatRIC project developing a video resource to support students' transition from school to university mathematics. Also, piloting the development of mathematics drop-in support at universities, the development of students as teaching assistants and as peer-mentors, and the support of student led projects developing teaching and learning resources.

### **Introduction**

MatRIC's vision is to achieve excellence in mathematics education in Norwegian higher education institutions. MatRIC seeks world-class teaching and learning opportunities in mathematics for Norwegian students. Mathematics is a part of many study programmes in higher education, as a service subject in, for example: engineering, economics, natural sciences, teacher education, as well as pure and applied mathematics. Either by choice or requirement, in higher education, more students study mathematics than any other subject. However, mathematics is often blamed for students' poor performance and progression, high failure and dropout from the programmes served. MatRIC's view is that excellence in mathematics teaching and learning can be found throughout Norway, and seeks to expose, promote and disseminate excellent practice wherever it exists for the benefit of all and lift the quality of mathematics education for Norwegian students.

### *Centres of Excellence in Education (SFU)*

MatRIC is one of eight Norwegian centres of excellence in education (SFU). The goals of the national centre of excellence programme set out by The Norwegian Agency for Quality Assurance in Education (NOKUT) are:

#### *The SFU initiative shall*

- *stimulate universities and university colleges to establish and develop academic communities that offer excellent education*
- *contribute to knowledge-based analysis and development of teaching and learning and that this underpins quality enhancement and innovation*
- *contribute to stronger interaction between higher education and the relevant societal and professional fields*

- *contribute to the sector-wide development and dissemination of knowledge and practices*

An SFU must therefore

- *offer excellent R&D-based education*
- *develop innovative ways of working with R&D-based education*
- *encourage student engagement and ownership of learning*
- *contribute to the development and dissemination of knowledge and practices about the design of teaching and learning environments that are conducive to learning*

(source: NOKUT: Criteria for awarding SFU status

[http://www.nokut.no/Documents/NOKUT/Artikkelbibliotek/UA-enhet/SFU/2016/Awarding\\_Status\\_as\\_Centre\\_for\\_Excellence\\_in\\_Education\\_2016.pdf](http://www.nokut.no/Documents/NOKUT/Artikkelbibliotek/UA-enhet/SFU/2016/Awarding_Status_as_Centre_for_Excellence_in_Education_2016.pdf))

MatRIC's Activities include:

- Events: Conferences, symposiums, colloquiums, seminars, workshops
- Computer Aided Assessment Network
- Video teaching Network
- Visualization and Simulation Network
- Mathematical Modelling Network
- Mathematics Teacher Education Network
- MatRIC TV
- Research
- Mathematics Support
- Induction course for higher education mathematics teachers
- Student participation
- Research and development based education

These activities are described briefly below.

### **Events – Conferences, symposiums, colloquiums, seminars, workshops**

MatRIC events bring together higher education mathematics teachers to share experiences and examples of excellent practice and learn from each other.

*MatRIC's Annual Conference* is a showcase for excellence in mathematics education from Norway and abroad. The conference provides opportunities to share examples of proven excellence in student engagement and research and development based education.

*Other MatRIC events, symposiums, etc.,* focus on single issues such as computer aided assessment and mathematical modelling. International experts are invited to inform and inspire. These events aim to stimulate innovation in mathematics teaching and learning informed by research and experience. Events are announced at [www.matric.no](http://www.matric.no) and in the MatRIC e-Newsletter

### **Networks**

MatRIC's networks are informal groups of higher education mathematics teachers who share interests in innovation and/or research in broad areas of mathematics teaching and learning. Each network has a coordinator who is part of the MatRIC leader group. Participation within a network is open to any higher education mathematics teacher who shares an interest in the theme. MatRIC works to stimulate collaborative activity and engagement within the networks and supports network gatherings in Norway and elsewhere.

*Computer Aided Assessment Network:* Mathematics is often taught to very large groups of students making it very difficult to provide high quality supportive feedback to students. Further, challenges

lie in the creation of opportunities for constructive assessment within courses. Several programs for computer aided assessment with embedded computer algebra software are available. These programs facilitate 'intelligent' computer aided assessment (CAA) in mathematics. The network brings together teachers who have experience with different CAA programs, and network includes mathematics teachers from Norway, Netherlands, and the United Kingdom. Included in the Network's activities are: the development of basic criteria for programs for digital assessment in mathematics; and the development and distribution of high quality computer based assessment tasks.

*Video Teaching Network:* Many mathematics teachers are exploring the use of video in their practice, for example:

- Streaming lectures.
- Providing video mathematics-instruction support materials.
- Inverting the classroom so that students follow the video exposition in private and use class-time for interactive, inquiry based teaching, learning and problem solving.
- Using net-based social media for networking and supporting students' learning.

This network brings together teachers to share and learn from others' experience of innovation in teaching and learning using video. The network invites video-production experts to help raise the quality of mathematics video instruction.

*Visualization and Simulation Network:* Modern and emerging technologies create new opportunities for presenting mathematical ideas and motivating mathematical thinking. The Coordinator of this network has created a package SimReal composed of over 5000 digital visualizations and simulations to support teaching mathematics, physics, statistics and ICT. MatRIC is working with the Coordinator to make SimReal accessible to a wider audience. Mathematics teachers within this network argue that students can and do learn mathematics through programming. Thus, MatRIC also supports projects related to the development of mathematics students' programming skills. Members of the network use several programming languages, the network includes mathematics teachers from Norway, Austria, Netherlands and Czech Republic.

*Mathematical Modelling Network:* This network is concerned with the development of teaching approaches for mathematical modelling that can be included within students' study programmes from the first semester. Most students are required to learn mathematics because mathematical models lie at the heart of modern inquiry within their chosen field of study. However, many of these students do not continue to study mathematics beyond their first year, and they do not have the opportunity to engage in mathematical modelling. The coordinator of the network is collaborating with mathematics teachers in the USA to develop a Norwegian version of the US Preparation for Industrial Careers in Mathematical Sciences' (PIC-Math) project.

*Mathematics Teacher Education Network:* MatRIC's central concern in this network is with the *mathematics* education of future teachers. Future teachers need a knowledge and understanding of mathematics that supports excellent teaching. Teachers of mathematics also need to be able to communicate rich and accurate mathematical meanings. Mathematics teachers at all levels must possess a range of didactical competencies that support ambitious instructional practice. Teachers must be able to inspire and motivate pupils with challenging mathematical tasks. MatRIC's Teacher Education Network organizes events that create opportunities for the dissemination of excellent mathematics teaching practice found within Norway and abroad.

## **MatRIC TV**

MatRIC TV is based on a collaborative project between MatRIC and The Norwegian Association of Higher Education Institutions (UHR). The initial project is the production of an open on-line resource composed of short videos that will support students' transition from school to higher education mathematics. The videos have been produced by a small team of experienced mathematics teachers from University of Oslo, Norwegian University of Science and Technology, University College of Southeast Norway, and Oslo and Akershus University College of Applied Sciences. The videos are published at <http://www.matric.no/tv>

MatRIC welcomes ideas for innovative approaches to mathematics videos. High quality production of such ideas may be supported. Higher education mathematics teachers wanting to take up the challenge should contact MatRIC's Project Manager, see below for contact details.

## **Research**

Creative and innovative practice must be informed by and tested through high quality research. MatRIC's research programme has several strands composed of:

- Small research grants made available to mathematics teachers working in Norwegian higher education institutions. These are announced annually in the spring on [www.matric.no](http://www.matric.no) and in the MatRIC e-Newsletter.
- A research group at University of Agder composed of several PhD and Post-Doctoral fellows.
- Research carried out within MatRIC's Networks.
- Collaborative research projects with partners in the USA.
- Engaging in international research groups and conference that focus especially on university level mathematics, for example:
  - International Network for Didactic Research in University Mathematics (INDRUM).
  - Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, University Mathematics Education Thematic Working Group (CERME-TWG14).
  - Special Interest Group of the Mathematical Association of America on Research in Undergraduate Mathematics Education (RUME).

## **Mathematics Support**

MatRIC seeks to learn from effective practice in other countries. In the United Kingdom one major successful outcome from its Centre of Excellence in Teaching and Learning programme has been the development of drop-in mathematics support centres that can now be found on many UK university campuses. MatRIC has adopted the idea and is trialling drop-in mathematics support on both campuses at University of Agder. MatRIC is also working with mathematics teachers and students to improve the quality of student teaching assistants who are employed to support teaching and learning on the larger courses. These are examples of MatRIC using its local context to pilot projects, which if proven successful may be copied by other higher education institutions in Norway.

## **Induction teaching course for higher education mathematics teachers**

MatRIC initiated a mathematics teaching course aimed at recently appointed higher education mathematics teachers. The course entails about 100 hours' work altogether spread over two semesters. Approximately 40% of the time is spent in taught sessions and 60% in independent project activity. The course focuses on many of the issues that arise when teaching mathematics to large groups of students. The course is intended to complement the general pedagogy courses that most higher education institutions expect academic staff to take.

## **Student Engagement**

MatRIC seeks to promote, explore, support and disseminate approaches that engage students as academic partners in teaching and learning. MatRIC's actions that promote student engagement include:

- Innovative teaching approaches that promote active learning.
- Peer mentors and teaching assistants.
- Partners in course and programme development.
- Student-teacher partnership in developing resources for teaching, learning and assessing mathematics.
- Support for student led innovative learning resource development projects.
- Student participation in Centre and educational strategy development.
- Students as co-researchers.

MatRIC also engages with the international community that is committed to developing students as academic partners in higher education.

## **Research and development based education**

Teaching, learning and assessing mathematics, both routine and innovative, is informed by and evaluated through high quality research. MatRIC research actions make a substantive contribution.

R&D based education also means students researching within their field of studies. Examples of MatRIC's efforts to promote and support students researching include:

- Inquiry based approaches within mathematics teacher education.
- MatRIC research grants supporting student-teacher research collaboration.
- Development of innovative approaches such as the PIC-Math project (Preparation for Industrial Careers Project in Mathematical Sciences, this is a project in the USA supported by the Mathematical Association of America, Society for Industrial and Applied Mathematics and the National Science Foundation).
- Developing mathematical modelling in bachelor level courses.

## **Keeping in touch with what MatRIC is doing**

MatRIC events, actions, research reports and news items are published at: [www.matric.no](http://www.matric.no)

An e-Newsletter is published four or five times a year, to receive this, sign up at the above web-address.

Enquiries can also be directed to MatRIC's Project Manager: Lillian Egelandssaa  
[lillian.egelandssaa@uia.no](mailto:lillian.egelandssaa@uia.no) Tel. 38141654



# Inlegg v/UiO: Helhetlig fokus på utdanningsutvikling

Store sal

**Fredag 31 mars**

Solveig Kristensen, solveig.kristensen@mn.uio.no; Hanne Sølna, hanne.solna@mn.uio.no; Knut Mørken, knutm@math.uio.no; Cathrine Tellefsen, c.w.tellefsen@fys.uio.no; Ilan Dehli Villanger, i.d.villanger@mn.uio.no; Marianne Fyhn, marianne.fyhn@ibv.uio.no, *Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, Universitetet i Oslo*

**SAMMENDRAG: Hva bør studentene lære og hvordan skal de lære det? Hvordan kan vi tilrettelegge for læring? Dette er nøkkelspørsmål i utdanningsstrategien «InterAct – Kultur for læring» der vi søker et helhetsperspektiv på vår utdanningsvirksomhet. Utdanningenes faglige innhold, sammenhengen mellom forskning og utdanning, læringsmiljø, undervisnings- og vurderingsmetoder, programutvikling, utdanningsledelse og ikke minst arbeidsmiljø er viktige elementer som spiller sammen i dette.**

**Nøkkelord:** InterAct, læringskultur, læringsmiljø, undervisningsformer, databeregninger

Høsten 2017 lanserer fakultetet en helt ny portefølje bachelor- og femårige masterprogrammer, som følges opp høsten 2018 med nye toårige masterprogrammer. Som et svar på samfunnets behov for å kunne behandle store mengder informasjon innfører vi databeregninger fra tidlig studieløp i alle våre bachelorprogrammer. Databeregninger har potensiale til å revolusjonere undervisningen i alle realfagene, inkludert biovitenskap, ved å gjøre studentene i stand til å møte nye utfordringer og behov i eget fagfelt – innen forskning og ikke minst arbeidsliv. Slik blir også koblingen mellom forskning og utdanning tydelig. Miljøet bak dette nyskapende arbeidet fikk av NOKUT status *Senter for fremragende utdanning* i 2016. Arbeidet på bachelornivå følges opp med nye masterprogrammer i ”Computational Science” og ”Data Science” som sammen favner bredden av de realfaglige disipliner.

Disiplinær fagkompetanse står sentralt, men vi legger også vekt på at studentene utvikler grunnleggende generelle ferdigheter, inkludert bevisstgjøring av hva kritisk tenkning er og oppmuntring og støtte til personlig utvikling. Dette følges opp gjennom styrking av de fagdidaktiske miljøene ved fakultetet, som igjen bidrar til kompetanseheving innen undervisning og økt bruk av studentaktive læringsformer. For å kunne tilby studentene arbeidslivspraksis, utvekslingsopphold i utlandet og fordypning i innovasjon og entreprenørskap har vi tatt viktige strukturelle grep og lagt inn et fritt «utviklingssemester» i alle våre bachelorprogrammer.

Grunnlaget for læring ligger i læringsmiljøet, som må være trygt og inkluderende. Fakultetet satser derfor tungt på førsteårsstudenten med bl.a. arrangementer i oppstartsuken og døgnavise programseminarer der nye studenter jobber med personlighet og sosialisering. Dette med profesjonelle veiledere, faglærere og studieadministrative. Videre tett oppfølging gjøres via ForVei-samtaler i andre semester. Denne satsingen får svært gode tilbakemeldinger, bl.a. via Studiebarometeret.