

Av Hans-Georg Köller  
og Magne Olufsen

## Hvordan forbedre studentenes faglige prestasjoner i kjemi? Erfaringer fra FoU-arbeid ved Universitetet i Tromsø

**Hans-Georg Köller**  
Universitetslektor,  
Institutt for  
lærerutdanning og  
pedagogikk,  
Universitetet i  
Tromsø  
E-post:  
hans.koller@uit.no

**Magne Olufsen**  
Førsteamanuensis,  
Institutt for  
lærerutdanning og  
pedagogikk,  
Universitetet i Tromsø  
E-post:  
magne.olufsen@uit.no

### Sammendrag

*En betydelig andel studenter på begynnerkurset i kjemi ved Universitetet i Tromsø (UiT) har i en årrekke hatt store problemer med det faglige nivået på kurset. Strykprosenten på eksamen i kurset har vært høy i flere år, og helt oppe i over 50 %. Årsakene til dette er sammensatte, men viktige bidrag til den høye strykprosenten ser ut til å være at studentene har mangelfulle forkunnskaper i kjemi og matematikk, varierende motivasjon for å jobbe med faget, et begrenset repertoar av læringsstrategier og ustrukturerte arbeidsvaner. Høsten 2008 ble flere tiltak satt i gang for å få ned den høye strykprosenten på kurset. Eksamensresultatene i ettertid viser at man har lyktes med å forbedre resultatene på eksamen betraktelig. Flere studenter består kurset og en større andel studenter får gode karakterer.*

### Abstract

*A substantial part of the students at the University of Tromsø (Norway) have for years had problems with the academic level of the basic course in chemistry. For years a high percentage of the students have failed the exam, the failure percentage has been as high as 50%. There are several reasons for this. Important factors seem to be a lack of prior knowledge in chemistry and mathematics, motivation problems, a limited number of learning strategies and poor working habits. In autumn 2008 several initiatives were taken to reduce the high failure rate. The study shows that the initiatives have succeeded to improve the exam results considerably, more students now pass the exam and more students get better grades.*

### Innledning

Mens det tidligere i hovedsak var høyt motiverte og faglig sterke studenter som begynte å studere kjemi, har vi nå fått en studentmasse som er mye mer heterogen, både med hensyn til forkunnskaper, læringsstrategier og motivasjon (Zeegers & Martin, 2001; Childs, 2009). Dette har ført til at en betydelig andel studenter har problemer med det faglige nivået i kjemi ved universiteter rundt om i verden.

Før eksempel i Irland, Australia og Sør-Afrika har dette ført til høy strykprosent i begynnerkursene i kjemi og høyt frafall fra studiene (Zeegers & Martin, 2001; Hayes & Childs, 2009; Marais, 2011). Begynnerkurset i kjemi ved UiT har i så måte ikke vært noe unntak. En betydelig andel av studentene har hatt problemer med det faglige nivået. Dette har resultert i at strykprosenten på eksamen har vært svært høy.

Kjemi oppfattes som et vanskelig fag. Faget er både abstrakt og komplekst (Gabel, 1999; Sheehan, 2010). Kjemispråket (formler, ligninger og definisjoner) er krevende, og ord kan ha en annen betydning enn i hverdagen (Johnstone, 1984; Gabel, 1999). Grunnleggende misoppfatninger om materiens natur er utbredt helt til universitetsnivå og påvirker læring (Nakhleh, 1992; Sheehan, 2010). I tillegg er kjemifaget hierarkisk oppbygd. Dette innebærer at studentene vil få vanskeligheter med å lære mer avansert fagstoff før de har lært det grunnleggende. I kjemifaget er også matematikkunnskaper en viktig basisferdighet (Johnstone, 1984; Sheehan, 2010), og forståelsen av kjemifaget kan bli begrenset uten tilstrekkelige matematikkunnskaper.

Begynnerkurset i kjemi (KJE-1001) ved UiT ble opprettet med innføringen av kvalitetsreformen i 2003. Omfanget på kurset er 10 studiepoeng. Antall studenter har i gjennomsnitt ligget på ca. 130 i årene 2003–2011. Det er mange forskjellige studieprogram som har kurset i sin studieplan; kjemi-, biologi-, geologi-, bioteknologi-, fiskehelse-, farmasi-, energi- og miljø- og lektorstudenter må alle ta kurset. Opptakskravet for å begynne på kurset er full fordypning fra videregående skole i ett realfag samt matematikk fra 2. klasse. Det kreves ikke at studentene har fordypning i kjemi fra videregående skole, men anbefalte forkunnskaper er kjemi fra 2. klasse på videregående skole. Kjemifaget sliter med rekrutteringen, men mange studenter med faglige problemer og høy strykprosent bidrar ikke til økt rekruttering. Høsten 2008 fikk Institutt for kjemi midler fra RENATEsenteret for å utvikle og sette i gang noen tiltak. Målet med tiltakene var å redusere strykprosenten, redusere frafallet i kurset og øke rekrutteringen til kjemistudiet uten å redusere det faglige nivået på kurset. I artikkelen drøftes effekten av de ulike tiltakene som har vært prøvd ut, med spesiell vektlegging på eksamensresultater og tilbakemeldinger fra studenter.

## Tiltak

I dette avsnittet beskrives de ulike tiltakene som ble innført. Hvis ikke noe annet er beskrevet, ble tiltakene igangsatt fra høsten 2008 og videreført. Tabell 1 gir en oversikt over undervisningen før og etter at tiltakene ble igangsatt.

## Kartlegging

I begynnelsen av kurset fikk alle studentene tilbud om å ta en diagnostisk test i Fronter. Selve testen besto av 15 flervalgsspørsmål. I tillegg ble det stilt spørsmål om fordypning i matematikk og kjemi fra videregående skole. Det faglige nivået på testen var lik de forventede forkunnskaper til studentene (kjemi fra 2. klasse på videregående skole). De studentene som scoret lavere enn 60 % på testen, ble anbefalt å delta på ekstra seminarundervisning. Et utvalg studenter ble også bedt om å skrive læringslogg. Her ble de blant annet utfordret

**Tabell 1. Oversikt over undervisning i begynnerkurset i kjemi før og etter prosjektstart. Timeantall er oppgitt i timer per uke (utenom for laboratorieundervisning, som er total mengde undervisning).**

Undervisning frem til prosjektstart (2003–2007)	Underviser	Undervisning etter prosjektstart (2008–2011)	Underviser
Forelesning (4 timer)	Faglærere	Forelesning (4 timer)	Faglærere
Laboratorieundervisning (5 øvelser, totalt 25 timer)	Studenter	Laboratorieundervisning (5 øvelser, totalt 25 timer)	Studenter
Seminar (2 timer, frivillig)	Studenter og faglærer	Seminar (2 timer obligatorisk)	Studenter og faglærer
Kjemiorakel (2 timer, innført 2007)	Faglærere	Kjemiorakel (2 timer, innført 2007)	Faglærere
Avsatt 3 uker til undervisning av forventede forkunnskaper	Studenter og faglærer	Avsatt 3 uker til undervisning av forventede forkunnskaper	Studenter og faglærer
Jevnlige obligatoriske tester		Jevnlige obligatoriske tester	
		Ekstra seminarundervisning (2 timer, frivillig)	Faglærere
		Innledende forelesning av didaktiker	Kjemididaktiker
		Ekstra oppfølging av en seminargruppe (bare høst 2008)	Kjemididaktiker
		Diagnostisk test	
* Det har vært noen mindre endringer underveis som ikke er tatt med i tabellen.			

til å skrive om i hvor stor grad de kunne relatere det som ble gjennomgått til sine forkunnskaper og om motivasjon til å jobbe med kjemi.

### Obligatoriske seminarer

Frem til høsten 2008 var all undervisning utenom laboratorieøvelsene frivillig. Erfaringene fra årene før 2008 var at det var relativt godt oppmøte på forelesningene, mens det bare var om lag 20% av studentene som deltok på seminarundervisning. Høsten 2008 ble derfor seminarene gjort obligatoriske. Hver uke var det to timer seminarundervisning i grupper på 15–25 deltakere. Det ble krevd 75% tilstedeværelse for å få ta eksamen i kurset.

### Ekstra seminar og kjemiorakel

Studentene fikk høsten 2008 tilbud om to timer ekstra seminarundervisning i uka. Alle studentene fikk dette tilbudet, men de studentene som scoret lavt på den diagnostiske testen ble spesielt oppfordret til å delta. Studentene var med på å bestemme temaene som det ble undervist i, og hver uke var det et nytt tema. Undervisningen i disse timene ble lagt opp slik at studentene måtte jobbe aktivt med lærestoffet. Studentene ble

oppfordret til å samarbeide i disse timene. Det var nesten ikke noe tavleundervisning – studentene måtte selv løse oppgaver. Det ble satt av rikelig med tid slik at medstudenter kunne diskutere oppgavene og faglærer kunne forklare vanskeligheter i fagstoffet. Temaene på ekstraseminarene var i hovedsak fra kjemi, men matematikk ble valgt i en dobbelttime.

Studentene fikk i tillegg tilbud om to timer kjemiorakel hver uke. Dette tilbudet ble innført høsten 2007. Undervisningsformen kjemiorakel innebærer at det sitter en fagperson på et undervisningsrom slik at studentene kan komme for å få hjelp med faglige spørsmål.

### Bedre studentenes læringsstrategier

For å bedre studentenes læringsstrategier, ble det satt i gang to tiltak. På oppstartsdagen for kurset fikk studentene en forelesning om læringsstrategier av en kjemididaktiker. I denne forelesningen ble det fokusert på både kognitive og metakognitive læringsstrategier. Dette ble knyttet opp mot faglig skrivning i kjemi (læringsbok) (Valdermo & Eilertsen, 2002). Konkret ble studentene motivert til å

- skrive fullstendige løsninger til oppgaver, med kommentarer til løsningene
- bruke margen til kommentarer og faglige spørsmål
- skrive egne forklaringer på vanskelige begrep
- bearbeide notater fra forelesningene

Seminargruppe A (fra et studieprogram som tradisjonelt har hatt problemer med kjemi) ble fulgt opp nærmere gjennom hele semesteret av en kjemididaktiker. Det ble fokusert både på studentenes faglige utfordringer og utvikling av læringsstrategier. Studentene ble bedt om å skrive læringslogg og hadde mulighet til å levere inn notater i faget til veiledning. Dette tiltaket ble av ressursmessige årsaker ikke videreført.

### Jevnlige obligatoriske tester

Dette er et tiltak som har vært en integrert del av kurset siden oppstarten. Vi ønsker likevel å beskrive dette, fordi det utfyller de andre tiltakene. Høsten 2003, med Kvalitetsreformen, ble det innført fire obligatoriske tester i kurset. Testene ble gjennomført i Fronter og besto av flervalgsspørsmål som ble trukket tilfeldig fra en spørsmålsdatabank. Spørsmålene var pensumrelevante og hentet fra de ulike delene av pensum. Studentene fikk tre forsøk på hver test, og alle testene måtte være bestått for å ta eksamen.

### Materiale og metode

Resultatene i denne artikkelen er basert på en kombinasjon av kvantitative og kvalitative data. Høsten 2007 fikk studentene to spørreskjema. Hovedformålet med disse spørreskjemaene var en kartlegging i forkant av prosjektet året etter. Høsten 2008 gjennomførte 92 av 125 studenter (74 %) den diagnostiske testen i Fronter. På slutten av semesteret fikk alle studentene et spørreskjema i Fronter der vi ba dem evaluere kurset. 96 studenter (77 %) svarte på skjemaet. De delene av skjemaet der det ble spurt om ekstraseminarene og den

diagnostiske testen, ble besvart av henholdsvis 54 og 82 studenter (43 % og 66 %). Det er naturlig at færre studenter svarte på disse spørsmålene siden ikke alle studentene gjennomførte den diagnostiske testen eller deltok på ekstraseminarene. I seminargruppe A ble studentenes læringslogger og notater analysert, og studentene fikk fortløpende tilbakemeldinger på disse fra en kjemididaktiker. Fire av studentene i seminargruppen ble også intervjuet av kjemididaktiker.

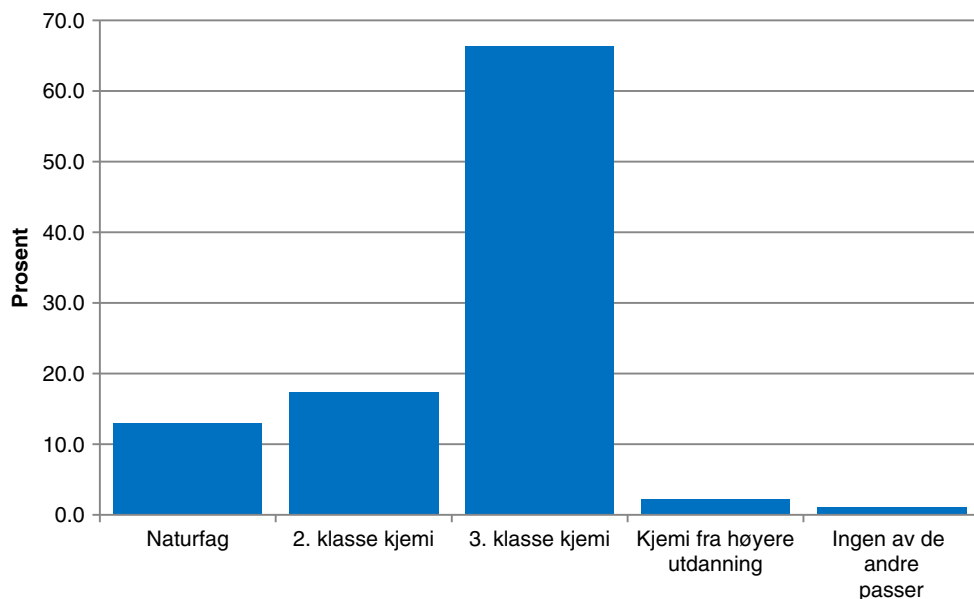
Effekten av de tiltakene som ble prøvd ut, blir vurdert ut fra resultatene fra den diagnostiske testen, eksamensresultatene, spørreundersøkelsen blant studentene, læringsloggene til studentene og intervju med enkelte studenter.

## Resultater

### Studentenes bakgrunn

Studentenes faglige bakgrunn ble vurdert ut fra formell kompetanse fra videregående skole og resultatene fra den diagnostiske testen. Figur 1 er en oversikt over studentenes formelle kompetanse. Et klart flertall har full fordypning i kjemi (3. klasse kjemi), mens det er 13 % som bare har naturfag fra videregående skole.

I seminargruppe A hadde 26 % av studentene bare naturfag fra videregående skole mens 53 % hadde full fordypning i kjemi. Studentene som hadde full fordypning i kjemi kunne relatere det meste av det som ble gjennomgått i starten til forkunnskaper. For de med bare naturfag var dette helt nytt stoff, og de møtte vanskelige og ukjente begreper gjennom hele kurset.



Figur 1. Oversikt over studentenes formelle forkunnskaper høsten 2008. Tallene er basert på studentenes egne innrapporteringer i forbindelse med diagnostisk test.

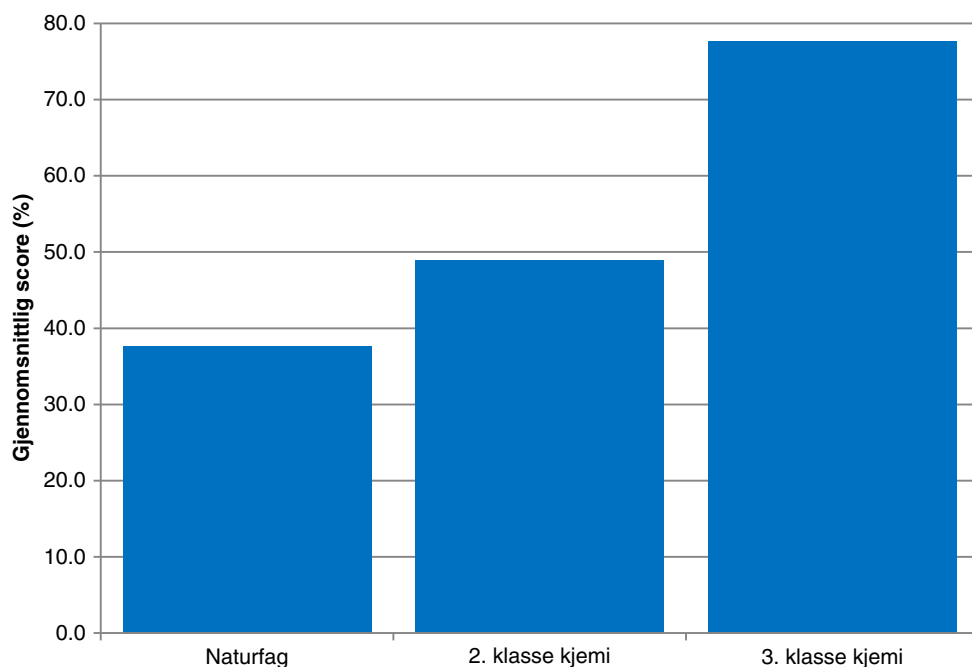
I gjennomsnitt hadde studentene 67% score på den diagnostiske testen. 34% av studentene hadde under 60%, og disse studentene antok vi hadde svake faglige forkunnskaper. Figur 2 viser en tydelig sammenheng mellom faktiske og formelle forkunnskaper i kjemi. Studentene med full fordypning i kjemi hadde dobbelt så høy score som studentene uten fordypning i kjemi fra videregående skole.

Spørreskjemaene høsten 2007 indikerte at bare 10–15% av studentene som tar begynnerkurset i kjemi ved UiT er genuint interessert i kjemi. Noen vil samle poeng til medisinstudiet, mens over 80% av studentene bare tar kurset fordi det er obligatorisk i det studieprogrammet de har valgt.

### Studentenes evaluering av tiltakene

Studentene ble bedt om å evaluere tiltakene som ble gjennomført, og resultatene er presentert i tabell 2.

I spørreundersøkelsen etter endt kurs svarte 80% av studentene at den diagnostiske testen i starten var med på å gi dem et realistisk bilde av sine forkunnskaper (score 4–6). Litt færre studenter, men likevel et klart flertall (68%), svarte at testen hadde positive konsekvenser for det videre arbeid med kurset (score 4–6). Over 80% av studentene var positive til obligatoriske seminarer og mente de hadde gunstig innvirkning på deres læringsutbytte.



Figur 2. Oversikt over gjennomsnittlig score på den diagnostiske testen høsten 2008 fordelt etter faglig bakgrunn fra videregående skole. Søylene merket med naturfag, 2. klasse kjemi og 3. klasse kjemi betyr henholdsvis ingen fordypning, et år kjemi og full fordypning i kjemi (2 år) fra videregående skole.

Tabell 2. Resultater fra spørreundersøkelse blant studentene på KJE-1001 høsten 2008. Tallene er oppgitt i prosent.

Spørsmål til studentene (1 betyr helt uenig og 6 betyr helt enig)	1	2	3	4	5	6
<b>Ved studiestart ble du bedt om å ta en test av dine forkunnskaper. Bare de som deltok på testen skal svare på dette spørsmålet. I hvor stor grad er du enig i påstandene under?</b>						
Svaret på den testen av forkunnskaper har hatt positive konsekvenser for mitt videre arbeid med kurset	9	10	13	24	32	12
Testen av forkunnskaper hjalp meg å få et realistisk bilde av mine forkunnskaper	2	4	14	25	31	24
<b>I høst ble det for første gang innført obligatorisk seminar på kurset. I hvor stor grad er du enig i påstandene under?</b>						
Jeg er positiv til obligatoriske seminarer	7	4	6	8	16	59
Det var gunstig for læringsutbytte at det var obligatorisk oppmøte på seminarene	7	2	10	9	18	54
<b>I høst hadde en kjemididaktiker en fellesforelesning helt i starten av kurset og tettere oppfølging av biologistudentene. Han tok opp og ga råd omkring notater og bearbeiding av notater i faget. I hvor stor grad er du enig i påstandene under?</b>						
Måten jeg skriver og organiserer notatene mine på forandret seg etter at fagdidaktikeren kom med råd	45	22	16	10	6	1
Jeg bruker margen til kommentarer og faglige spørsmål	25	12	22	17	18	6
Jeg skriver egne forklaringer på vanskelige begreper	7	12	15	29	19	18
Jeg bearbeider notatene fra forelesningene	23	14	20	16	20	7
Jeg ser en positiv sammenheng mellom faglig skriving og læring i kjemi	6	3	17	24	31	19
<b>Høsten 2008 innførte vi frivillige ekstragrupper i kurset. Svar på spørsmålet under hvis du har deltatt på ekstragruppene. Er du enig i følgende påstander?</b>						
Ekstragruppene har bidratt positivt til min motivasjon i faget	5	4	13	15	17	46
Mitt læringsutbytte av å delta på ekstragruppene har vært godt	6	2	7	15	13	57

Spørsmål til studentene (1 betyr helt uenig og 6 betyr helt enig)		1	2	3	4	5	6
<b>Hvor mye lærte du fra de forskjellige delene av kurset? 1 er svært lite læringsutbytte og 6 er svært godt læringsutbytte.</b>							
Forelesningene		3	3	10	37	33	14
Seminarene		6	3	10	17	37	27
Lab-undervisningen		2	12	22	27	27	10
Ekstragrupper *		15	5	9	11	20	40
Selvstendig arbeid		1	0	5	16	44	34
Samarbeid med medstudenter		3	4	16	9	37	31
<b>Hva er den beste beskrivelsen av dine oppgaveløsninger? Kryss av det som passer best.</b>							
Bare slutt svar	Rotete, delvis beregninger, tekst	Oversiktlige, fullstendige løsninger	Oversiktlige, fullstendige løsninger, med kommentarer				
0	27	54	19				
* Her svarte bare 65 av 96 studenter. Positivt svar er definert som sum av score 4, 5, og 6, mens svært positivt som sum av score 5 og 6.							



På de to siste spørsmålene krysset over 50 % av studentene på score 6, og svært få var negative til tiltaket. På spørsmål om hva som ga høyest læringsutbytte, fikk selvstendig arbeid og samarbeid med medstudenter høyest score, etterfulgt av seminarer og ekstragrupper. Studentene mente forelesninger og laboratorieundervisning ga lavest læringsutbytte (score 5 og 6).

Hele 74 % av studentene så en positiv sammenheng mellom faglig skriving og læring i kjemi (score 4–6). Kjemididaktikeren ga flere råd knyttet opp mot faglig skriving i kjemi. Ikke alle disse ble i like stor grad fulgt av studentene, men rådet om å skrive egne forklaringer på vanskelige begreper ble gjennomført av 66 % av studentene (score 4–6).

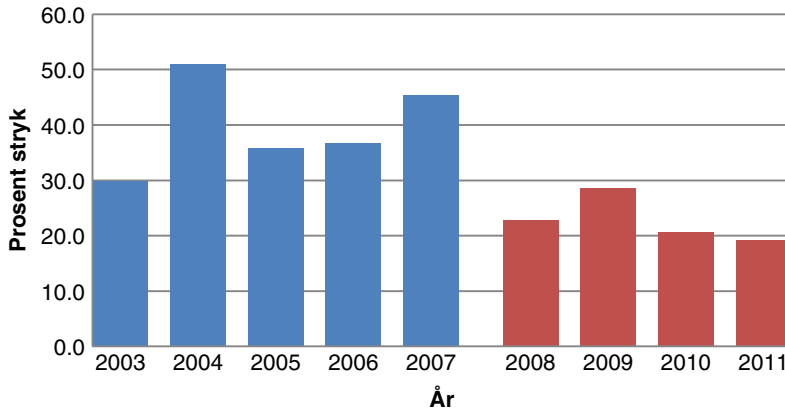
Studentene i seminargruppe A (den som ble fulgt opp av kjemididaktiker) viste større positive forandringer i læringsstrategier knyttet mot faglig skriving sammenlignet med hele studentkullet. Dette er basert på læringsloggene og analyse av studentenes notater. I seminargruppe A forandret alle studentene måten de skrev og organiserte notatene på: «Du ga gode tips i måter å organisere notatene på, slik at det er lettere å finne frem i dem og da bruke de» (sitat fra læringslogg). Noen så ikke behov for å forandre mye: «Jeg har sortert notatene slik i 3–4 år og det fungerer.» Nesten alle studentene i seminargruppe A kom i gang med å bruke margen til kommentarer og faglige spørsmål, og alle studentene skrev egne forklaringer til vanskelige begreper. Hvor ofte den enkelte student syntes det var nødvendig, varierte en god del. Måten studentene arbeidet med oppgaver, forandret seg mye for seminargruppe A. På slutten av semesteret skrev flertallet av studentene fullstendige løsninger på oppgaver, ofte med kommentarer til løsningsveien. I hele studentgruppen svarte 27 % av studentene at de hadde rotete, ufullstendige oppgaveløsninger (tabell 2). Studentene bearbeidet forelesningsnotater i liten grad. Her var det liten forskjell mellom seminargruppe A og hele studentkullet.

Høsten 2008 fikk alle studenter tilbud om to timer ekstra seminarundervisning i uka. I gjennomsnitt deltok 27 studenter. Spesielt i begynnelsen av semesteret var det godt oppmøte. De fleste som deltok hadde svake forkunnskaper i både kjemi og matematikk. 78 % av studentene mente at ekstragruppene bidro positivt til økt motivasjon i faget og hele 85 % mente deltakelsen bidro til høyt læringsutbytte (score 4–6).

### Endringer i eksamensresultater

Et av målene med prosjektet var å redusere strykprosenten på kurset. Samme år de beskrevne tiltakene ble innført, sank strykprosenten i kurset fra 45 % året før til 23 %. Alle tiltakene som ble innført høsten 2008 ble videreført, utenom tiltaket der en studentgruppe ble fulgt tett av kjemididaktiker og bedt om å skrive læringslogg. Figur 3 viser variasjonen i strykprosenten i kurset i perioden 2003–2011. I årene fra 2003 til og med 2007 var strykprosenten i gjennomsnitt 38 %, mens i årene med de beskrevne tiltakene var strykprosenten i gjennomsnitt 23 %. Strykprosenten er dermed 15 prosentpoeng lavere i årene tiltakene ble gjennomført sammenlignet med årene uten disse tiltakene.

Når færre strøk på eksamen, ble det naturligvis en økning av ståkarakterene. Fordelingen av karakterer i årene før og etter prosjektet viser at det er en økning i alle ståkarakterer. Den største prosentvise økningen er for karakterene B, C og D (Figur 4).



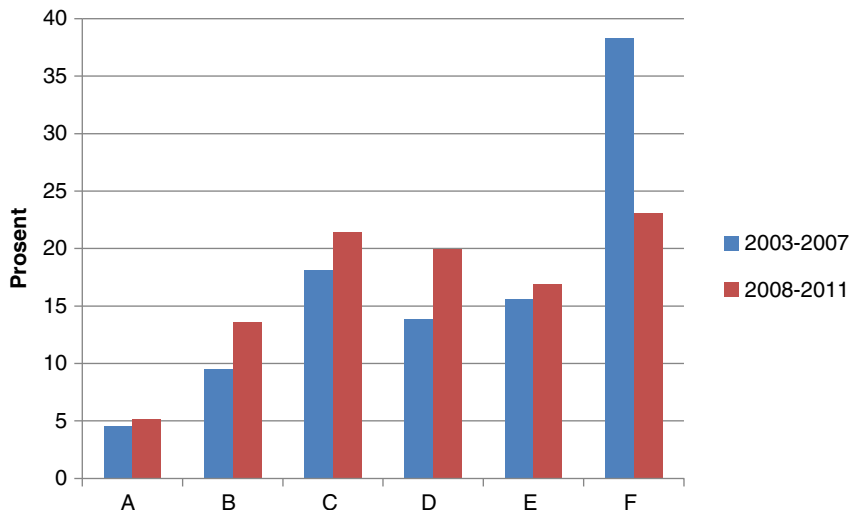
Figur 3. Oversikt over studenter som strøk til eksamen i kurset KJE-1001 i perioden 2003–2011. De årene tiltakene ble gjennomført er merket i rødt.

### Diskusjon

Hovedmålet med tiltakene var å redusere strykeprosenten i kurset uten å senke de faglige kravene. Tiltakene hadde til hensikt å øke studentenes læringsutbytte gjennom bedre tilrettelegging av undervisning og høyere læringstrykk.

#### Studentenes forkunnskaper

Det eksisterer ikke noe formelt krav om kjemikunnskaper utover naturfag fra videregående skole for å starte på KJE-1001. Anbefalte forkunnskaper er derimot 2. klasse kjemi fra videregående skole. Læreplanen i kjemi for 2. klasse på videregående skole inneholder flere



Figur 4. Sammenligning av karakterfordelingen på eksamen i kurset KJE-1001 i årene 2003–2007 og 2008–2011.

viktige temaer som det forventes at studentene behersker når de begynner på kurset. For en del studenter er det dermed et gap mellom forkunnskaper og det faglige nivået i starten av kurset. Årsaken til at det ikke er høyere formelle krav for å ta kurset, er hensynet til rekruttering. Mange studenter fra spesielt biologi og geologi har ikke fordypning i kjemi. Et eventuelt krav om forkunnskaper i kjemi ville da ha ekskludert disse studentene fra å ta KJE-1001, som er et obligatorisk kurs i deres studieprogram. I tillegg viste den diagnostiske testen at også en del studenter med kjemifordypning fra videregående skole manglet tilfredsstillende forkunnskaper i kjemi. Til tross for et opptakskrav om matematikk fra 2. klasse i videregående skole, er lærernes inntrykk at mange studenter på KJE-1001 sliter med enkel matematikk, noe som gjør det enda vanskeligere å lære kjemi. Flere internasjonale studier har vist at forkunnskapene fra videregående skole i matematikk og kjemi har stor betydning for prestasjonene på begynneremnene i kjemi på universitetene (Seery, 2009; Potgieter, Ackermann & Fletcher, 2010; Clifton, Baldwin & Wei, 2012). Matematikkrådets kunnskapstest fra 2009 viser at norske begynnerstudenter har generelt svake forkunnskaper i matematikk (Nortvedt, Elvebakk & Lindstrøm, 2009).

Et viktig spørsmål er hvordan undervisningen bør legges opp med en studentgruppe som er heterogen med hensyn til faglige forkunnskaper (matematikk og kjemi) og motivasjon. Kjemifagstoffet har en hierarkisk oppbygning som gjør det svært vanskelig å lære noe mer avansert uten å ha den grunnleggende fagkunnskapen på plass. Hvis man ikke tar hensyn til studentenes forkunnskaper når man planlegger undervisningen, vil en del studenter få store problemer med progresjonen og møte uovervinnelige faglige barrierer. Da er det økt risiko for at studentene blir demotiverte. I neste omgang vil dette kunne føre til høyere frafall og strykprosent.

I KJE-1001 ble det ansett som nødvendig å bruke tid på forventede forkunnskaper i begynnelsen av semesteret før man kunne starte med pensum. Omfanget og organiseringen av dette har variert litt fra år til år. Høsten 2008 ble det brukt tre uker på fagstoff som ble definert som forventede forkunnskaper. Faren med dette er at det blir mindre tid til å jobbe med fagstoffet i pensum. Noe av dette tidstapet kan oppveies ved at flere av de andre tiltakene har som formål å gi høyt læringstrykk gjennom hele semesteret. Med høyt læringstrykk mener vi at det underveis i kurset både stilles flere krav til studentene og at de får bedre oppfølging. Lærehastigheten og utbyttet av undervisningen blir langt høyere når studentene har de faglige forkunnskapene på plass.

### Studentenes motivasjon

Mange studenter på begynnerkursene i kjemi er ikke genuint interessert i kjemi, men tar bare kjemi fordi det er en obligatorisk del av andre studieprogrammer (Markow & Lonning, 1998). Disse studentene har ofte lav motivasjon til å jobbe med kjemi, og det er ofte de samme studentene som også har svake forkunnskaper i kjemi og matematikk. Dette er et svært dårlig utgangspunkt for å klare å gjennomføre et krevende kurs. Et av målene med prosjektet var å øke motivasjonen til disse studentene, slik at de brukte mer av sin tid til å jobbe med faget. Motivasjon henger ofte sammen med forkunnskaper og muligheter for faglig hjelp underveis. Studentene må oppleve mestring underveis for ikke å miste

motivasjonen. På ekstraseminarene og kjemiorakelet hadde studentene gode muligheter til å få hjelp med faglige utfordringer. Dette bidro til at studentene følte mestring i faget, og et stort flertall av studentene som deltok på ekstraseminarene mente at dette hadde bidratt til å øke motivasjonen i faget (tabell 2).

#### Diagnostiske test og ekstra undervisning

Hovedmålet med den diagnostiske testen var å hjelpe studentene til å få et realistisk bilde av sine forkunnskaper. Eksempelvis møtte bare én student til kjemiorakelet ved oppstarten høsten 2007. Høsten 2008, etter innføring av den diagnostiske testen, møtte 15 studenter til oppstart, og oppmøtet var godt gjennom hele semesteret. Både resultatene fra spørreundersøkelsen og oppmøtet på ekstraseminarene og kjemiorakelet indikerer at den diagnostiske testen bidro til at flere studenter innså at de måtte jobbe jevnt med faget for å prestere bra. Testen bidro også til at undervisningspersonalet fikk oversikt over forkunnskapene til studentene. For å kunne gi god og tilpasset undervisning, er en lærer avhengig av å kjenne det faglige nivået til sine studenter.

I KJE-1001 fikk studentene tilbud om to timer ekstra seminarundervisning hver uke. Svært mange av studentene ga uttrykk for at de hadde godt læringsutbytte av å delta og at deltakelsen økte motivasjonen til å jobbe med faget. På ekstraseminarene samarbeidet de fleste studentene i små grupper. Faglig samarbeid var utbredt i hele studentgruppen, og flertallet av studentene oppgir at de hadde svært godt læringsutbytte av å samarbeide med medstudenter (tabell 2). Ekstra undervisning til faglig svake studenter har vært prøvd ut i stor skala over flere år i Canada med gode resultater (Clifton et al., 2012). De faglig svake studentene som fikk mer og bedre tilrettelagt undervisning gjorde det bedre på eksamen enn de studentene som hadde gode forkunnskaper i kjemi. Dette viser at selv om studentene kan ha et dårlig utgangspunkt, nytter det å sette inn tiltak. Diagnostiske tester og tilbud om ekstraundervisning (såkalte *learning centres*) har også vært prøvd ut ved Universitetet i Limerick i Irland (Regan, Childs & Hayes, 2011). Resultater viser at tiltaket forbedret studentenes prestasjoner betydelig. Tiltakene bedret både prestasjonene på eksamen i det spesifikke kurset og eksamenskarakterene på de påfølgende kjemikursene.

#### Obligatoriske seminarer og obligatoriske tester i Fronter

Seminarundervisningen på KJE-1001 hadde svært lavt oppmøte før den ble gjort obligatorisk. Deltakelse på undervisning har stor betydning for hvor godt studenter gjør det på eksamen i kjemi (Clifton et al., 2012). Vi anså det som viktig at studentene fikk faglig veiledning, oppfølging og trening i oppgaveløsning. Dette kan undervisningspersonalet lettest gi studentene på seminarundervisningen. Obligatoriske seminarer kan også bidra til at studentene lettere holder progresjonen i kurset. Siden KJE-1001 gis første semester i de fleste studieprogrammer, blir det en brå overgang for mange, fra obligatorisk undervisning i videregående skole til universitetskulturen, der det meste av undervisningen er valgfri. Vårt inntrykk er at en del studenter ikke takler denne friheten: «Jeg er ikke så flink å jobbe selv, spesielt ikke når jeg ikke er nødt [...] jeg skulle gjerne hatt flere obligatoriske kollokvier i

uka» (sitat fra spørreskjema). De fleste studentene var positive til obligatoriske seminarer, og mente det var gunstig for læringsutbyttet at de var obligatoriske (tabell 2).

Obligatoriske flervalgstester er innarbeidet i KJE-1001 som en del av det faglige opplegget. Et av målene med testene er å unngå at studentene velger en «skippertakstrategi» når det gjelder læring. På store kurs, der en-til-en-kontakt mellom studenter og undervisningspersonalet er vanskeligere, vil slike tester være et bidrag til undervisningsvurdering. Slike tester har vært gjennomført siden opprettelsen av KJE-1001. I disse årene har strykprosenten variert mye, så dette tiltaket alene har ikke klart å redusere strykprosenten. Men dette tiltaket kan sammen med andre tiltak som obligatoriske seminarer bidra til at studentene jobber jevnt med fagstoffet. Jevnlige flervalgstester har over lengre tid blitt prøvd ut på faglig svake studenter i kjemi i Canada. Slike tester, kombinert med mer og bedre tilrettelagt undervisning, har hatt positive effekter på resultatene på eksamen (Clifton et al., 2012).

### Læringsstrategier

Resultater fra spørreundersøkelsen viser at mange studenter trenger å forbedre sine læringsstrategier. Som en del av oppstarten på kurset, fikk studentene opplæring i læringsstrategier knyttet til faglig skriving i kjemi. Høsten 2008 ble arbeidet med faglig skriving fulgt opp gjennom hele semesteret i en seminargruppe. Ikke uventet var forandringene vesentlig større i seminargruppen som ble fulgt opp av kjemididaktiker sammenlignet med resten av studentgruppen. Faglig skriving har en sentral plass i høyere utdanning, også i realfag. Betydningen av faglig skriving for læring er veletablert i forskningslitteraturen. Samtidig sliter mange studenter med skriving. Dysthe, Hertzberg og Hoel (2000) tar utgangspunkt i følgende:

- Å skrive er en viktig læringsstrategi.
- Faglig skriving er en nødvendig studiekompetanse.
- Faglig skriving er en viktig yrkeskompetanse etter studiene.

Implementering av endringer i studentenes skriving krever tilrettelegging og oppfølging fra undervisningspersonalet.

På grunn av store problemer med høyt frafall og svake prestasjoner på begynnerkursene i kjemi, fikk studenter i Australia tilbud om «Learning to learn»-kurs, hvor de fikk opplæring i læringsstrategier (kognitive og metakognitive) (Zeegers & Martin, 2001). Studentene som deltok på disse kursene oppnådde bedre eksamensresultater, og færre droppet ut.

### Lærernes ansvar – studentenes ansvar

På høyere utdanning forventes det at studentene kan ta en stor del av ansvaret for egen læring, men det er fremdeles en ansvarsfordeling mellom lærer og student. Et av målene med høyere kjemiutdanning i mange europeiske land er at studentene i økende grad kan ta ansvar for egen læring (bli «independent learners») (Brouwer, Byers & McDonnell, 2006). Realiteten er at en del begynnerstudenter bare i liten grad klarer å ta dette ansvaret.

Med bakgrunn i forskning fra videregående skole, foreslår Valdermo og Eilertsen å erstatte ansvar for egen læring (AFEL) med delt og differensiert ansvar for læring (DDAFL) (Valdermo & Eilertsen, 2002). På høyere utdanning har læreren ansvaret for organisering av undervisningen, å stille krav til studentene og å gi dem oppfølging og veiledning. Lærerens rolle blir mer som en tilrettelegger for gode rammevilkår for læring. Studentenes ansvar er å prioritere studiet, forberede seg til undervisning, søke faglig hjelp og følge opp veiledning fra undervisningspersonalet. Læreren må tydelig kommunisere overfor studentene hvilke forventninger og krav som stilles. Da står studentene bedre rustet til å ta sin del av ansvaret, og kan selv gjøre gode vurderinger knyttet til egen studiesituasjon.

I KJE-1001 bidro den diagnostiske testen til å tydeliggjøre forventede forkunnskaper, samtidig som den ga studentene et realistisk bilde av sine forkunnskaper slik at de lettere kunne tilpasse sin egen innsats i faget.

Vårt inntrykk er at undervisningen i kjemi på høyere utdanning ofte er tradisjonell, med lite refleksjon over hva som gir høyest læringseffekt både når det kommer til typer undervisning og innholdet i undervisningen. Studentene på KJE-1001 mente de hadde minst læringsutbytte av forelesninger og laboratorieundervisning. Erfaringer fra fysikkforelesninger ved Harvard University viser begrenset læringsutbytte av tradisjonelle forelesninger (Mazur, 2009).

Viktige spørsmål man kan stille er: Trengs det så mange tradisjonelle forelesningstimer, og kan man gjøre noe med oppbyggingen av laboratorieøvelsene slik at studentene i større grad må tenke selv og ikke bare følger en kokebokoppskrift (Millar, 2010). En arbeidsgruppe i ECTN har gitt som en av sine anbefalinger at undervisningen på høyere utdanning bør legges opp slik at den aktiviserer studentene. Mange ulike strategier for å aktivisere studenter har vært utprøvd i flere land, med gode resultater (Brouwer et al., 2006). På begynnerkurset i kjemi ved UiT, ble det fra 1991 og i en tiårsperiode innført faglig/sosiale nettverksgrupper for å få ned strykprosenten i kurset (Dahl, 1999). Disse faglig/sosiale nettverksgruppene reduserte strykprosenten signifikant i de årene dette tiltaket ble gjennomført. Årsaker til at vi tror at dette fungerte, var at undervisningspersonalet la til rette for studentsamarbeid. Dette førte til et bedre sosialt læringsmiljø og at studentene deltok aktivt i læringsprosessen.

## Konklusjon

Ved ulike universiteter i Europa har det vært prøvd ut mange studieforbedrende tiltak, med gode resultater (Brouwer et al., 2006). Vi har forsøkt flere tiltak som vi mener utfyller hverandre. Det er derfor vanskelig å si noe om effekten av hvert enkelt tiltak. I årene med tiltakene har det vært en markant nedgang i strykprosenten. Tiltakene har ikke bare ført til at færre stryker på kurset, men også at flere oppnår gode karakterer. Kort oppsummert mener vi det er spesielt tre ting som har vært viktig for å forbedre resultatene til studentene på KJE-1001:

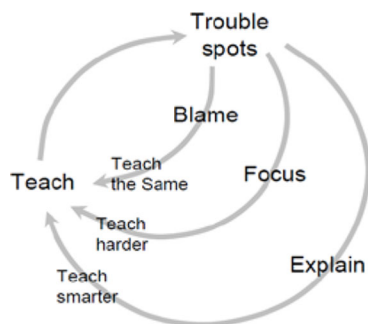
- Bruke tid på forventede forkunnskaper i starten av studiet.
- Tilby ekstra hjelp til faglig svake studenter.
- Høyt læringstrykk gjennom hele kurset.

Der det er et stort gap mellom forventede forkunnskaper og studentenes reelle forkunnskaper, bør undervisningen legges opp slik at studentene har god mulighet til å redusere dette gapet i løpet av kort tid. Dette kan gjøres – slik det ble gjort i KJE-1001 – ved å bruke tid i begynnelsen av semesteret slik at studentene kan tilegne seg de manglende fagkunskapene. Andre måter å minske det faglige gapet på, er å avholde forkurs eller tilby læringssentre, som en del læresteder gjør (Brouwer et al., 2006).

Det er studentene med svake forkunnskaper som har størst sannsynlighet for å stryke til eksamen. Så hvis man ønsker å få lavere strykeprosent, vil tiltak rettet mot denne studentgruppen ha størst effekt. Vi valgte å tilby ekstra seminarundervisning og kjemiorakel, som begge var spesielt rettet mot disse studentene. Årsaken til at vi valgte å satse på ekstra seminarundervisning, var at vi anså det som viktig at studentene jobbet aktivt med lærestoffet.

Med høyt læringstrykk holder studentene lettere den faglige progresjonen og blir ikke tvunget til å ta «skippertak» mot slutten av kurset, noe som sjelden gir gode resultater. Med jevnlig arbeidskrav i løpet av semesteret, tvinges studentene til å jobbe med fagstoffet gjennom hele undervisningssemesteret. Det ble innført to tiltak for å få studentene til å jobbe jevnt med kurset: obligatoriske seminarer og obligatoriske tester. For førsteårsstudenter, som ikke er vant til den akademiske friheten ved universitetene, er det spesielt viktig å ha arbeidskrav som kan bidra til å skape gode arbeidsrutiner. Studentene så også behovet for obligatorisk undervisning.

Mange av begynnerkursene i realfagene har høy strykeprosent. Da er det viktig å analysere grundig hva som er de bakenforliggende årsakene. Det er for enkelt å gi studentene skylden og fortsette å undervise på samme måte. Figur 5 forklarer på en god måte ulike tilnærminger som undervisningspersonalet bruker på høyere utdanning. Når studentene møter faglige utfordringer som de ikke klarer å håndtere selv, kan enten læreren gi studentene skylden for å være faglig svake eller skyldte på andre faktorer. I begge tilfeller kan læreren fortsette å undervise på samme måte som før. En bedre tilnærming er å fokusere på det som er vanskelig og undervise mer av dette fagstoffet. Den beste måten er å analysere hvorfor studentene har disse vanskelighetene, og så undervise «smartere».



Figur 5. hentet fra Perkins (2007, s. 45) og viser ulike tilnærminger til undervisning når studentene møter faglige utfordringer.

Eksempler på smartere undervisning er «peer instruction» (Lasry, Mazur & Watkins, 2008), «just-in-time teaching» (Schwartz & Bransford, 1998; Novak, 2006), «flipped classroom» (Mazur, 2009; Tucker, 2012) og metodene beskrevet av ECTN (Brouwer et al., 2006). Å legge opp undervisningen smartere på større kurs er arbeidskrevende. I tillegg kan undervisningspersonalet møte motvilje fra ledelse og administrasjon ved endringer av for eksempel rammevilkårene for undervisning. Dette – i tillegg til at det ofte er lite fokus på studieforbedrende tiltak – er nok årsaken til at undervisning på høyere utdanning er såpass tradisjonell.

Vi takker professor emeritus Tor Dahl og professor emeritus Odd Valdermo for verdifulle råd og kommentarer under arbeidet med denne artikkelen. Vi takker også RENATEsenteret for økonomisk støtte til gjennomføring av tiltak.

### Litteraturliste

- Brouwer, N., Byers, B. & McDonnell, C. (2006). *Developing independent learners in chemistry*. ECTN newsletter, European Chemistry thematic network.
- Childs, P. E. (2009). Improving chemical education: turning research into effective practice. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(3), 189–203.
- Clifton, R. A., Baldwin, W. G. & Wei, Y. C. (2012). Course structure, engagement, and the achievement of students in first-year chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(1), 47–52.
- Dahl, T. (1999). *Faglige/sosiale nettverksgrupper i begynnerundervisningen i kjemi ved Universitetet i Tromsø*. Uniped, 21(3), 3–9.
- Dysthe, O., Hertzberg, F. & Hoel, T. L. (2000). *Skrive for å lære*. Oslo: Abstrakt forlag.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548–554.
- Hayes, S. & Childs, P. E. (2009). *Retaining weaker science students: a pilot project in chemistry at the University of Limerick*. Paper accepted for ESERA 2009, Istanbul.
- Johnstone, A. H. (1984). New stars for the teacher to steer by? *Journal of Chemical Education*, 61(10), 847–849.
- Lasry, N., Mazur, E. & Watkins, J. (2008). Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American Journal of Physics*, 76(11), 1066–1069.
- Marais, A. F. (2011). Overcoming Conceptual Difficulties in First-year Chemistry Students by Applying Concrete Teaching Tools. *South African Journal of Chemistry*, 64, 151–157.
- Markow, P. G. & Lonning, R. A. (1998). Usefulness of concept maps in college chemistry laboratories: Students' perceptions and effects on achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(9), 1015–1029.
- Mazur, E. (2009). Farewell, Lecture? *Science*, 323(5910), 50–51.
- Millar, R. (2010). *Good practice in science teaching*. Practical work. J. Osborne and J. Dillon. London: McGraw-Hill Companies, Inc., 108–134.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry - Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191–196.
- Nortvedt, G. A., Elvebakk, G. & Lindstrøm, T. (2009). *Norsk matematikkråds forkunnskapstest 2009*. Oslo/Tromsø: Norsk matematikkråd.
- Novak, G. (2006). Just-in-time teaching. Hentet 8. mai 2013 fra <http://jittdl.physics.iupui.edu/jitt/>.
- Perkins, D. (2007). Theories of difficulty. Student learning and university teaching. *The British Psychological Society*, 1, 31–48.



- Potgieter, M., Ackermann, M. & Fletcher, L. (2010). Inaccuracy of self-evaluation as additional variable for prediction of students at risk of failing first-year chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(1), 17–24.
- Regan, A., Childs, P. E. & Hayes, S. (2011). The use of an intervention programme to improve undergraduate students' chemical knowledge and address their misconceptions. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2), 219–227.
- Schwartz, D. L. & Bransford, J. D. (1998). A time for telling. *Cognition and Instruction*, 16(4), 475–522.
- Seery, M. K. (2009). The role of prior knowledge and student aptitude in undergraduate performance in chemistry: a correlation-prediction study. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(3), 227–232.
- Sheehan, M. (2010). *Identification of difficult topics in the teaching and learning of Chemistry in Irish schools and the development of an intervention programme to target some of these difficulties*. Ph.D thesis, University of Limerick.
- Tucker, B. (2012). The flipped classroom. *EducationNext*, 12(1).
- Valdermo, O. & Eilertsen, T. V. (2002). *En læringsbevisst skole*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Zeegeers, P. & Martin, L. (2001). A Learning-to-learn Program in a First-year Chemistry Class. *Higher Education Research & Development*, 20(1).