

Studentaktiv læring med store studentgrupper: flervalgsoppgaver i sentrum

D. Micheron¹ & M. T. P. Beerepoot²

¹Institutt for fysikk og teknologi, ²Institutt for kjemi, ^{1,2}Fakultet for naturvitenskap og teknologi, UiT
Norges arktiske universitet

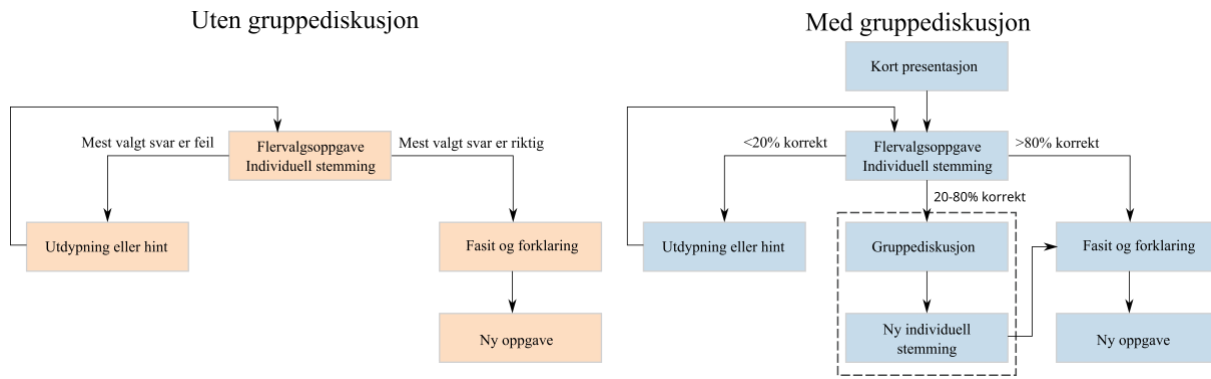
SAMMENDRAG: To viktige prinsipper for å øke studentenes læring i undervisning er aktiv deltagelse og formativ vurdering. Innføring av disse prinsippene i undervisning med store studentgrupper kan imidlertid by på utfordringer, særlig i nettbasert undervisning. En mulig løsning kan være bruk av flervalgsoppgaver som diagnostisk testing med innsamling av svarene og påfølgende formativ vurdering, der flervalgsoppgavene er satt i sentrum av undervisningen. I dette bidraget er vi opptatt av følgende to spørsmål: Hvordan påvirker denne undervisningsformen studentenes oppmerksomhet, motivasjon og opplevd læringsutbytte? Hva er fordeler og ulemper med gruppediskusjon som en del av opplegget? Vi har introdusert undervisning med flervalgsoppgaver i sentrum både med gruppediskusjon i et fysikkemne og uten gruppediskusjon i et kjemiemne. I en felles skriftlig studentevaluering i nettbaserte implementasjoner i de to emnene rapporter studentene høyt opplevd læringsutbytte, økt motivasjon til forberedelse og deltagelse, samt at flervalgsoppgavene hjelper å holde oppmerksomhet oppe. Vi ser også at andel riktige svar på de aller fleste oppgaver øker betydelig etter gruppediskusjon. Økt tidsbruk med gruppediskusjon fører imidlertid til at antall oppgaver som behandles halveres. Undervisning med flervalgsoppgaver i sentrum er fleksibel fordi det kan implementeres i ulike fag, både fysisk og på nett, både med og uten gruppediskusjon og uten skaleringsproblemer med større studentgrupper, som kan være fordelt over ulike campuser. Dermed kan undervisningsformen overføres til mange andre begynneremner i STEM-fagene.

1 INTRODUKSJON

To viktige generelle prinsipper for å øke studentenes læring i undervisning er aktiv deltagelse (Freeman et al., 2014) og formativ vurdering (Sadler, 1998). Innføring av aktiv læring med formativ vurdering kan imidlertid være utfordrende med store studentgrupper, særlig i nettbasert undervisning. Introduksjon av studentaktivitet gjennom oppgaveløsning i klassiske forelesninger (Gier & Kreiner, 2009) skifter fokus bare delvis fra passiv til aktiv læring. Ofte mangler en systematisk innsamling av studentenes svar, slik at faglæreren ikke er i stand til å gi spesifikk formativ vurdering i sin gjennomgang. En mulig løsning kan være bruk av flervalgsoppgaver som diagnostisk testing med innsamling av svarene og påfølgende formativ vurdering – en undervisningsform som setter flervalgsoppgaver i sentrum.

Nicol (2007) argumenterer for at flervalgsoppgaver kan implementeres slik at de bidrar til å oppnå Nicol & MacFarlane-Dick (2006) sine syv forskningsbaserte prinsipper som støtter selvregulert læring gjennom formativ vurdering. Flervalgsoppgaver kan for eksempel avdekke områder der mange studenter sliter og dermed muliggjøre tilbakemelding fra faglæreren, eller være utgangspunkt for en dialog i klasserommet mellom studentene eller mellom studenter og faglæreren. Hyppig testing generelt fører til læring på mange ulike måter, blant annet gjennom bedre hukommelse og metakognisjon (Roediger et al., 2011b). Testing i klasserommet spesifikt kan føre til stort læringsutbytte (Roediger et al., 2011a), så lenge det er implementert på en hensiktsmessig måte (Nguyen & McDaniel, 2015). Tilbakemelding på studentenes svar på flervalgsoppgaver er særlig viktig for å unngå at studentene reproducerer et valgt galt svaralternativ i en senere test (Roediger & Marsh, 2005; Butler & Roediger, 2008).

Vi har introdusert undervisning med flervalgsoppgaver i sentrum med to ulike tilnærminger i begynneremner i fysikk og kjemi. Felles for de to implementasjonene er at individuell avstemning på en flervalgsoppgave står sentralt (Fig. 1).



Figur 1. Fremgangsmåten i en typisk undervisningsøkt i kjemiundervisning (uten gruppediskusjon, venstre) og i fysikkundervisning (med gruppediskusjon, høyre). Kriteriene for valget mellom utdypning, fasit og gruppediskusjon (kun for fysikk) er annerledes. I fysikkundervisning brukes antall rette svar i forhold til totalt antall svar, mens i kjemiundervisning brukes antall rette svar i forhold til det mest hyppige gale svar.

I begge fagene muliggjør flervalgsoppgavene kontinuerlig tilbakemelding til faglæreren om responstid, vanskelighetsgrad og type feil (diagnostisk vurdering) og til studentene om hva de kan, hva de bør kunne og hva som mangler i forståelsen (formativ vurdering). I fysikkemnet benyttes *Peer Instruction*, en veletablert undervisningsform innen fysikkutdanning med konseptuelle flervalgsoppgaver som diskuteres i grupper (Crouch & Mazur, 2001). Studentene svarer individuelt på en poll både før og etter diskusjonen. I kjemiemnet – som har mange flere studenter – er det ingen gruppediskusjon, men heller flere oppgaver. I begge emner gir faglæreren en utdypning eller hint på oppgaven hvis få studenter svarer riktig, og fasit og forklaring direkte hvis de fleste svarer riktig. Kriteriene for dette valget er imidlertid annerledes og er gitt i Fig. 1. De aller fleste oppgaver er flervalgsoppgaver, men det brukes også matriseoppgaver i begge emner og i tillegg rangeringsoppgaver, enkle numeriske oppgaver, tegneoppgaver og andre oppgavetyper i fysikkemnet. Det brukes også jevnlig spørsmål om for eksempel forberedelser eller hvilke temaer studentenes synes er utfordrende. For å fange bredden i type spørsmål som kan stilles bruker vi dette bidraget ordet *poll* som et ord med en bredere betydning enn (flervalgs)oppgave. Vi omtaler undervisningsmetoden også som *pollbasert undervisning*.

Målet med dette bidraget er å utforske følgende to spørsmål rundt pollbasert undervisning: Hvordan påvirker denne undervisningsformen studentenes oppmerksomhet, motivasjon og opplevd læringsutbytte? Hva er fordeler og ulemper med gruppediskusjon som en del av opplegget?

2 METODE

2.1 Beskrivelse av emnene

Undervisning mest flervalgsoppgaver i sentrum er én av brikkene i en sammensatt helhet av undervisnings- og vurderingsformer i de to emnene.

Emnet KJE-1001 «Introduksjon til kjemi og kjemisk biologi» (10 stp.; cirka 200-250 studenter) er et obligatorisk emne i første semester til cirka tolv studieprogram. Hver uke er det to til tre timer fellesundervisning på nett (ikke obligatorisk) og to timer obligatorisk fysisk seminarundervisning, der fokus ligger på gruppediskusjon rundt begrepsoppgaver (Netland et al., 2018). I tillegg kommer tre obligatoriske labøvelser. Seminar- og labundervisning foregår i grupper på cirka 20-25 studenter delt inn etter studieprogram. De fleste studenter møter i fellesundervisningen selv om det ikke er obligatorisk. Før fellesundervisningen anbefales studentene å forberede seg med videoer, lesing og andre ressurser. Emnet legger i stor grad til rette for at studentene kan teste seg selv og for at fagstoffet repeteres i og utenfor undervisningen for å oppnå forskningsbaserte prinsipper om effektiv læring (Beerepoot, 2022). Eksamen i emnet er en tre timers automatisk rettet digital eksamen med over 50 spørsmål (flervalgsoppgaver, matriseoppgaver og rangeringsoppgaver) som tester de fleste læringsmål i emnet og som tilsvare oppgavene i fellesundervisning (Beerepoot & Kosonen, 2023).

Emnet FYS-0100 «Generell fysikk» (10 stp.; cirka 70 studenter) er et obligatorisk emne i første semester til fire studieprogram. Hver uke er det fire timer fellesundervisning (ikke obligatorisk) og to timer fysisk

seminarundervisning (ikke obligatorisk). I seminartimene er det fokus på gruppediskusjon rundt begrepsoppgaver (Netland et al., 2018) og arbeid med komplekse regneoppgaver i grupper. Seminarundervisning foregår i grupper på 5-15 studenter delt inn etter studieprogram. De fleste studenter møter i fellesundervisningen og seminarundervisning selv om det ikke er obligatorisk. Før fellesundervisning anbefales studentene å forberede seg med videoer, lesing og en førtest. Emnet legger i noen grad til rette for at studentene kan teste seg selv og for at fagstoffet repeteres i og utenfor undervisningen. Eksamen i emnet er en fire timers eksamen hvor halvparten er automatisk rettede konseptuelle flervalgsoppgaver som tilsvarer oppgavene i fellesundervisning og andre halvparten er regneoppgaver.

Artikkelforfatterne var emneledere og utførte fellesundervisningen i henholdsvis fysikkemnet og kjemiemnet høsten 2021, da undersøkelsen ble utført. Det var også artikkelforfatterne som gjorde datainnsamlingen. En slik rolleblanding kan potensielt påvirke resultatene fra spørreundersøkelsen. Vi har ikke grunn til å tro at det er noen stor effekt fordi spørreundersøkelsen var anonym, kun fokusert på undervisningsformen generelt og holdt separat fra emneevalueringen på slutten av semesteret.

I utgangspunkt er det ikke noen studenter som tar emnene KJE-1001 og FYS-0100 samtidig.

2.2 Pollbasert undervisning

Undervisning med flervalgsoppgaver i sentrum (se Seksjon 1 og Fig. 1) ble innført i begge emner høsten 2020. Resultatene i dette bidraget kommer fra nettbaserte implementasjoner høsten 2021. I kjemiemnet ble Zoom brukt for undervisning og for å samle inn studentenes svar. Oppgavene i fellesundervisningen i kjemiemnet var stort sett flervalgsoppgaver og matriseoppgaver og hentes fra spørsmålbanker som også blir brukt i digitale øvelsestester til selvstudie, obligatoriske digitale tester og eksamensoppgaver (Beerepoot, 2023). Kjemiundervisning med flervalgsoppgaver i sentrum er også omtalt i Beerepoot (2023) med fokus på hvordan undervisningsformen – i kombinasjon med øvelsestester og en samstemt eksamen - kan bidra til å støtte studentenes selvregulerte læring.

I fysikkemnet ble Zoom brukt for undervisning og Learning Catalytics for å samle inn studentenes svar. Learning Catalytics lagrer svarresultatene fra alle spørsmål systematisk gjennom hele semesteret, både før og etter gruppediskusjon. Oppgavene i fellesundervisningen i fysikkemnet var stort sett flervalgsoppgaver, matriseoppgaver, tegneoppgaver, rangeringsoppgaver og åpne spørsmål. Utfordrende oppgaver fra førtesten ble også tatt opp i fellesundervisningen. Diskusjonsgruppene var på fire til fem studenter. Inndelingen i gruppene ble gjort med breakoutrooms i zoom hvor studentene i starten av økten fikk litt tid til å velge grupper selv. Dette ble i hovedsak gjort av studenter som satt sammen i grupperom på campus. Deretter ble de resterende studentene fordelt tilfeldig.

Pollbasert undervisning gjør det lett å integrere kartleggings- eller evalueringsspørsmål i undervisningen. Selv om faglige oppgaver (flervalgsoppgaver, matriseoppgaver, tegneoppgaver og andre oppgavetyper) utgjør mesteparten av undervisningen, stiller vi også spørsmål om for eksempel forberedelse til og opplevelse av fellesundervisningen. Et eksempel i siste kategori er om studentene synes at forklaringene går for sakte eller for fort, noe som gir faglæreren mulighet til å tilpasse hastigheten i sine forklaringer. Gjennom et slikt kartleggingsspørsmål har vi fått innsikt i hvor studentene i kjemiemnet er når de deltar i undervisningen, om de deltar alene eller med andre og hvordan de har forberedt seg. Denne kontekstuelle informasjonen kan bidra til å tolke resultatene om kjemiemnet i dette arbeidet. En slik enkel kartlegging i femte undervisningsuke høsten 2022 (131 av 137 studenter svarte) dokumenterte at 56% av studentene sitter hjemme mot 42% på campus, og at 65% deltar alene mens 34% deltar på fellesundervisning med andre (1% vet ikke / ønsker ikke å oppgi). Om forberedelsen svarte 63% at de hadde sett på minst én videoforelesning om det aktuelle temaet, 25% hadde sett på det relevante kapittelet i boka og 37% hadde (også) brukt andre ressurser i sin forberedelse.

2.3 Felles nettbasert studentevaluering

Vi har utformet én felles anonym nettbasert studentevaluering for begge emner. Alle spørsmål var egenutviklet med utgangspunkt i den presenterte problemstillingen. Evalueringen begynte med to lukkede spørsmål med mulighet for utdypning:

1. «Hvilken del av fellesundervisning opplever du å ha mest læringsutbytte av?» med svarmuligheter «jobbe med oppgaven selv», «se om mitt svar på pollen er riktig», «diskusjon med medstudenter» og «løsningsforslag/gjennomgang av faglæreren».
2. «Hvordan tror du at antall oppgaver burde tilpasses for at du får mest mulig læringsutbytte?» med svarmuligheter «jeg skulle gjerne hatt flere spørsmål (og mindre tid per spørsmål)», «jeg synes antall spørsmål er passe» og «jeg skulle gjerne hatt færre spørsmål (og mer tid per spørsmål)».

I tillegg kom fire påstander med femdelte Likert-skala fra «svært uenig» til «svært enig»:

1. «Jeg forbereder meg ordentlig til fellesundervisning»,
2. «Jeg føler ofte at jeg burde ha brukt mer tid på forberedelse for å få best mulig læringsutbytte»,
3. «Jeg gjetter ofte svaret på en poll/oppgave og venter på diskusjon/løsningsforslag» og
4. «Flervalgsoppgavene hjelper meg holde oppmerksomheten oppe»,

og to åpne spørsmål:

1. «Hvordan opplever du fellesundervisning i KJE-1001/FYS-0100 i forhold til (felles)undervisning i andre emner? Tenk for eksempel på din motivasjon til å møte, din forberedelse, ditt læringsutbytte, din oppmerksomhet i undervisningen eller mengde tilbakemelding du får» og
2. «Har du forslag til forbedring av fellesundervisningen?».

Vi satt av ti minutter for evalueringen i fellesundervisningen i den sjette undervisningsuka høsten 2021. Antall studenter som svarte var 134 i kjemiemnet og 46 i fysikkemnet, som tilsvarer mer eller mindre alle aktive studenter i den aktuelle fellesundervisningen. De fleste studenter brukte under syv minutter på å svare på undersøkelsen. Alle respondenter svarte på alle lukkede spørsmål og alle påstander.

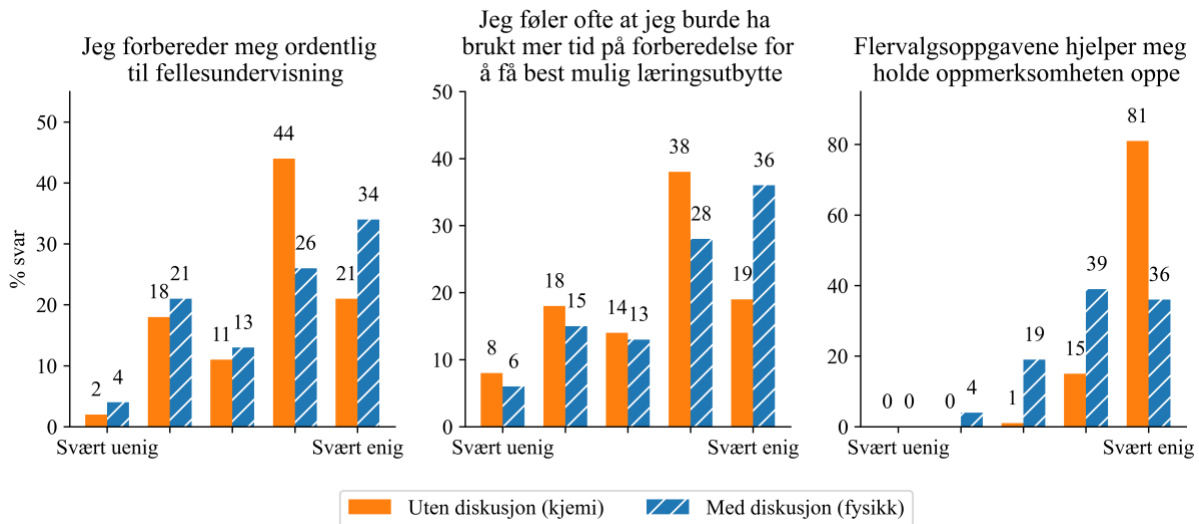
Resultatene fra de åpne spørsmålene ble gjennomgått individuelt av artikkelforfatterne med fokus på de tre temaene i forskningsspørsmålene: oppmerksomhet, motivasjon og opplevd læringsutbytte. Det ble så valgt ut noen representative kommentarer som går på de tre temaene. Kommentarene som ikke gikk direkte på temaene som vi ønsket å undersøke ble utelatt fra analysen.

3 RESULTATER

3.1 Resultater fra felles nettbasert studentevaluering

I spørreundersøkelsen har vi undersøkt forskjellige aspekter av undervisningen (Seksjon 2.3). To hovedkategorier er hvordan undervisningsformen oppleves av studentene og hvordan de jobber med og mot fellesundervisningen. Undervisningsformen er en form for omvendt undervisning, og det forventes forberedelser før fellesundervisning. Vi har undersøkt hvor mye studentene har forberedt seg før

fellesundervisningen, samt om de føler at de burde ha brukt mer tid i forberedelse. Resultatene presenteres i Fig. 2, sammen med et spørsmål om hvordan oppgavene påvirket oppmerksomhet.

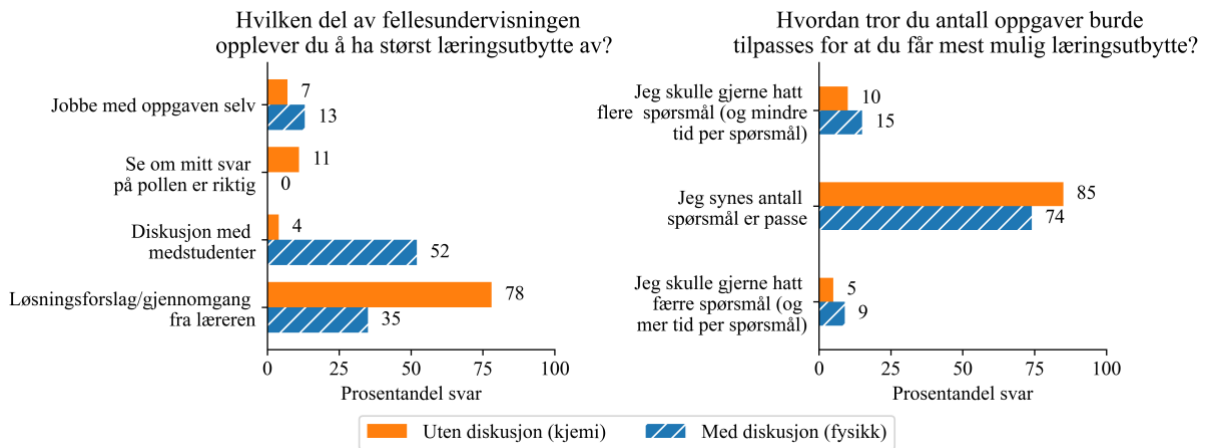


Figur 2. Likert-skala respons på tre av fire påstander fra spørreundersøkelsen.

Flertallet svarer at de er «enig» eller «svært enig» i påstanden om at de forbereder seg ordentlig til fellesundervisningen. Samtidig er det en stor andel som rapporterer at de føler at de burde ha brukt mer tid på forberedelse for å få best mulig læringsutbytte. Flere studenter rapporterer at de burde brukt med tid på forberedelse i fysikk, hvor gruppediskusjoner er sentralt. De fleste rapporterer også at de er «enig» eller «svært enig» i at oppgavene hjelper å holde oppmerksomheten oppe. I kjemiemnet – som har flest flervalgsoppgaver – er de fleste studenter (81%) «svært enig» i denne påstanden. I fritekstsvarene kommer det fram at mange studenter mener undervisningsmetoden fører til høy oppmerksomhet gjennom hele undervisningsøkten, som flere mener igjen fører til høyt opplevd læringsutbytte. Én student i kjemiemnet oppsummerer det slikt: «[...] jeg følger med under hele undervisningen og føler at oppmerksomheten min er lik gjennom hele undervisningen. Dette er fordi oppgavene er gode og jeg føler jeg får mye ut av undervisningen». En student i fysikkemnet kobler oppmerksomhet og opplevd læringsutbytte sammen ved å sammenligne med en «vanlig» forelesning og mener at undervisningsmåten «holder oppmerksomheten oppe. Det gjør at jeg føler at læringsutbytte er bedre sammenlignet med en vanlig forelesning, hvor det er fort gjort å miste oppmerksomheten i enkelte perioder».

Videre kommer det fram at undervisningsformen fører til høy motivasjon til å forberede og til å møte opp i undervisningen. I studentenes egne ord: «[...] polls og gjennomgang av polls-oppgavene gjør meg mer motivert til å møte, og mer oppmerksom under møtene, og gir meg god forberedelse [...]» fra kjemiemnet og «har mer lyst til å møte opp da man skal diskutere med andre studenter, man får godt læringsutbytte og utdypende forklaringer på alt man kan tenke seg å lure på. I andre emner er det mer lærer som forklarer og studenter som noterer, men her forklarer studentene for hverandre. Det motiverer veldig til oppmøte og gode forberedelser» fra fysikkemnet.

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

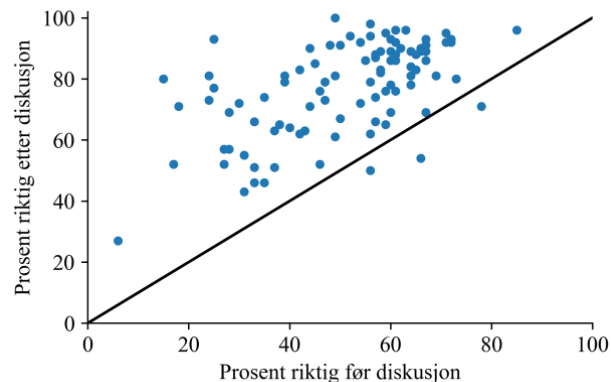


Figur 3. Prosentvis fordeling av svar på spørsmålene om opplevd læringsutbytte og antall oppgaver.

Emnene har veldig forskjellig antall oppgaver, men studentene svarer i hovedsak (85% i kjemiemnet og 74% i fysikkemnet) at det er passe mengde oppgaver i begge emner (Fig. 3, høyre). I fysikkemnet er det 15% (N=7) som gjerne skulle hatt flere spørsmål. Alle begrunnelser (N=5) peker i samme retning, nemlig at man «til tider har litt vel mye tid på å diskutere» og at de er «fort enige i et svar, og ender opp med å ikke diskutere oppgaven mesteparten av tiden». Et fåtall i begge emner skulle gjerne hatt færre spørsmål, som i begge emner ble begrunnet blant annet med et ønske om færre, men vanskeligere oppgaver og et ønske om at faglæreren bruker mer tid til en gjennomgang av oppgavene.

3.2 Læringsutbytte av gruppediskusjonen

Et viktig premiss for bruk av diskusjoner er at de faktisk bidrar til læring. Peer Instruction er i stor grad fundert på at samarbeid mellom studenter fører til effektiv læring (Crouch & Mazur, 2001; Johnson et al., 2014). I et forsøk på å undersøke det faktiske læringsutbyttet av diskusjonene har vi sett på prosentvis andel rett svar før diskusjon og etter diskusjon for alle flervalgsoppgavene som ble brukt i fysikkemnet høsten 2021 (Fig. 4). En rett linje som viser samme andel rett svar før og etter diskusjon er også lagt til.



Figur 4. Spredningsplot som viser prosentvis andel rett svar før og etter gruppediskusjon for alle oppgaver som ble brukt i fysikkemnet høsten 2021. Den svarte linjen markerer lik prosent riktig før og etter diskusjon.

Av alle oppgaver er det bare tre tilfeller hvor det er færre riktige svar etter diskusjonen enn før. Før gruppediskusjonen er det stor spredning mellom 20% og 80% riktige svar (som er kriteriet for å ha gruppediskusjon, se Fig. 1). Etter gruppediskusjonen er andel riktige svar stort sett over 50%. For de fleste oppgaver er utbyttet av diskusjonen stor. I gjennomsnitt var det 51% riktige svar før diskusjon og 77% etter. At en diskusjon øker andel riktige svar kan komme av et faktisk læringsutbytte, men det kan også tilskrives gruppeprosesser, som for eksempel at noen stoler blindt på et overbevisende gruppe medlem. Økt andel riktige svar er dermed egentlig bare et mål på hvordan diskusjonene påvirker

studentenes *prestasjon* og ikke nødvendigvis *læringsutbytte*, men det kan ansees som et øvre mål på læringsutbyttet til studentene fra oppgavene.

4 DISKUSJON

Vi har i dette arbeidet undersøkt ulike aspekter av det vi kaller pollbasert undervisning gjennom en spørreundersøkelse blant studenter i fysikk og kjemi. Resultatene fra spørreundersøkelsen (Seksjon 3) gir et tydelig svar på vårt første spørsmål i dette bidraget: undervisningsformen gir høyt opplevd læringsutbytte, økt motivasjon til forberedelse og deltagelse, og flervalgsoppgavene hjelper å holde oppmerksomhet oppe.

Vårt andre mål i dette bidraget er å undersøke hvilke fordeler og ulemper det er med gruppediskusjon som en del av opplegget. Vi har lagt til rette for gruppediskusjon i fysikkemnet, men ikke i kjemiemnet.

Gruppediskusjon virker prestasjonsfremmende på de aller fleste oppgaver (Fig. 4). Over halvparten av studentene i fysikkemnet rapporterer at de opplever størst læringsutbytte nettopp av diskusjon med medstudenter, mens litt over en tredjedel opplever størst læringsutbytte av en gjennomgang av faglæreren (Fig. 3, venstre). Videre har Netland et al. (2018) dokumentert at studentene opplever stort læringsutbytte av gruppediskusjon rundt begrepsoppgaver i seminarundervisning i de samme to emnene. Det er verdt å notere seg at innhold i emnene ikke har blitt endret mye på siden Netland et al. (2018) sin studie, men at undervisningsformen for fellesundervisningen har blitt byttet fra forelesninger til studentaktiv undervisning. Diskusjonene som ble brukt i seminarene er dog de samme. Resultatene i Fig. 4 – at gruppediskusjon fører til at flere studenter svarer riktig på oppgavene – er i overensstemmelse med litteraturen (Crouch & Mazur, 2001).

Sammenheng mellom andel riktig svar og faktisk læringsutbytte fortjener likevel en nærmere drøfting, særlig i konteksten av gruppediskusjonene. Pollbasert undervisning bygger på en kontinuerlig tilbakemelding mellom studentene og faglæreren. Faglæreren tilpasser en gjennomgang av oppgaven basert på resultatene av en individuell avstemning blant studentene (Fig. 1). Hvis faglæreren ikke har lyttet til diskusjonene er det responstid samt fordeling av svar over de ulike svaralternativene som kan brukes for å tilpasse forklaringen. Det er dog viktig å være obs på forskjellen mellom andel riktig svar og en faktisk forståelse av oppgaven. Fra observasjoner av gruppediskusjonene i en fysisk gjennomføring av fysikkemnet i 2022 er det tydelig at flere studenter ender på riktig svar gjennom strategisk eliminering av valg, ved å blindt følge svaret til noen andre eller gjennom diskusjon med feil argumentasjon. Man kan altså ikke tolke Fig. 4 slikt at økningen i andel rett svar nødvendigvis betyr en like stor økning i forståelse. Det er derfor også en fordel at faglæreren har mulighet til å følge med på gruppediskusjonene. Slik er det mulig å avdekke om studentene svarer riktig med feil begrunnelse, noe som i så fall må rettes opp. Man kan derfor spørre seg om det er hensiktsmessig å gjennomføre lignende undervisning med gruppediskusjon i et emne med flere hundre studenter, som i kjemiemnet diskutert her. Bruk av andre type oppgaver kan også være til god hjelp her, som for eksempel fritekstoppgaver, tegneoppgaver, matriseoppgaver og rangeringsoppgaver. Generelt er godt design av oppgaver svært viktig for å få til et best mulig læringsutbytte gjennom gruppediskusjon (Roberson & Franchini, 2014). Gruppedynamikk i seg selv er også et komplekst tema, men det er mange tiltak man kan gjøre for å gjøre gruppene mest mulig effektive (Michaelson et al., 2014; Oakley et al., 2004).

Utover læringsutbytte kan gruppediskusjon også ha andre positive effekter, som for eksempel at studentene blir bedre kjent med andre studenter i sitt kull og at de øver seg med gruppearbeid, noe som er svært relevant i arbeidslivet. I fysikkemnet er det i tillegg flere studenter enn i kjemiemnet som er svært enig i påstandene at de forbereder seg ordentlig, men også at de føler at de burde ha brukt mer tid på forberedelse for å få størst mulig læringsutbytte (Fig. 2). Dette kan tyde på at gruppediskusjonen fører til bedre forberedelse og større bevissthet når forberedelsen ikke var tilstrekkelig.

Gruppediskusjon er stort sett lett å legge til rette for både i fysiske og nettbaserte implementasjoner, hvis ikke det fysiske klasserommet setter alt for store begrensninger. I begge fag opplevde vi at noen studenter satt sammen med andre på et grupperom for å delta på nettbasert undervisning. I fysikkemnet ble det tilrettelagt slik at disse kunne være sammen i én diskusjonsgruppe. Det er interessant at noen studenter satt sammen for å delta på undervisningen i kjemiemnet, der det ikke var lagt opp til gruppediskusjon. I fysikkemnet har undervisningen blitt gjennomført fysisk etter høsten 2021. Selv om

gruppediskusjon ansikt til ansikt har en rekke fordeler, setter lokalene imidlertid ofte en begrensning for effektiv gruppediskusjon i store studentgrupper. Store undervisningsrom er nemlig ofte bygd som forelesningssaler og ikke som aktive læringsrom. En hybrid løsning hvor grupper enten kan være heldigitale eller spredt rundt i fysiske grupper men koblet opp digitalt kunne vurderes for alle studenter hvis nok grupperom er tilgjengelige. En slik løsning er særlig interessant for flercampusundervisning.

Gruppediskusjoner for hvert spørsmål tar likevel tid og går dermed på bekostning av antall oppgaver som kan gjennomgås i timen. I fysikkemnet gjennomgås 7 oppgaver i snitt per dobbeltime (2x45 minutter), mot cirka 14 i kjemiemnet. Den ekstra tiden som gruppediskusjon tar er en kombinasjon av organisering av gruppearbeidet, selve gruppediskusjon, samt en ekstra individuell avstemningsrunde. Selv om studentene stort sett synes at antall oppgaver er passe i begge emner (Fig. 3, høyre), så er antall oppgaver som kan gjennomføres en viktig aspekt å ta hensyn til for faglæreren. Det er viktig å anerkjenne at pollbasert undervisning, både med og uten gruppediskusjoner, tar tid og man vil ikke alltid kunne dekke like mange tema som man ville gjort i en klassisk forelesning. Denne ulempen er større når man inkluderer gruppediskusjon. Felles er imidlertid at det er store forskjell mellom tiden det tar for en student å svare individuelt på en oppgave, særlig for regneoppgaver. Det er vanskelig – men viktig – å tilpasse tiden studentene har for å svare på en oppgave på en fornuftig måte. Man kan for eksempel vente til cirka 80% av studentene har svart. Uansett vil noen studenter måtte vente mens en del andre ikke får tilstrekkelig tid. Dette introduserer en viss ineffektivitet i pollbasert undervisning. Dette kan til dels gjøres opp for ved å be studentene gjøre alle oppgaver individuelt før undervisningsøkten. Men en slik løsning mister man likevel sikkerheten at alle studenter har satt seg inn i oppgavene før diskusjon eller gjennomgang. En annen mulighet er å la studentene svare på alle oppgaver i starten av undervisningen, noe som er vanlig i *team-based learning* (Michaelsen et al., 2014). Denne løsningen jevner ut *noe* av tidsforskjellene, men det vil fremdeles være stor variasjon i gjennomføringstid blant studentene.

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

En stor fordel med pollbasert undervisning generelt er at det skaleres godt til store studentgrupper, der aktiv læring og formativ vurdering ofte er mer krevende med mange studenter. Våre erfaringer og resultatene i dette bidraget tyder på at pollbasert undervisning kan fungere godt i forskjellige implementasjoner. Vi har implementert undervisningsformen fysisk og nettbasert, med og uten gruppediskusjon og i ulike emner. Pollbasert undervisning er i overensstemmelse med gode prinsipper for å støtte studentenes selvregulert læring (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006; Nicol, 2007) ved at studentene får oversikt over hva de må kunne (gjennom oppgavene), hvordan de ligger an (gjennom tilbakemelding om de svarer riktig) og hva som skal til for å nå målet (gjennom fasit og forklaring). Det er særlig positivt for læringsutbyttet og motivasjon at oppgavene i undervisningen er direkte eksamensrelevante (Nguyen & McDaniel, 2015) og samstemt med øvelsestester som studentene kan jobbe med utenfor undervisningen (Beerepoot, 2023). I Tabell 1 presenterer vi mer utfyllende hvordan pollbasert undervisning bidrar til å støtte studentenes selvregulerte læring.

Tabell 1. Oversikt over de syv prinsippene for formativ vurdering som støtter selvregulert læring (Nicol & MacFarlane-Dick, 2006) og i hvilken grad pollbasert undervisning kan bidra til å oppnå disse. Oversikten er inspirert av Nicol (2007) og Beerepoot (2022).

God tilbakemelding ...	Formativ vurdering i pollbasert undervisning:
1. Klargjør hva som er en god prestasjon (læringsmål, vurderingskriterier).	Spørsmålene gir en tydelig forventning til hva studentene må kunne etter fullført emnet. Gjennomgangen av faglæreren inneholder kommentarer om hva som er viktig.

2. Fremmer utviklingen av egenvurdering og refleksjon.	Studentene svarer individuelt før diskusjon og/eller løsningsforslag og får kontinuerlig tilbakemelding om hva de (ikke) mestrer. Dette gjør dem i stand til å vurdere selv i hvilken grad de oppnår læringsmålene.
3. Gir studenter høykvalitetsinformasjon om deres læring.	Faglæreren gir kontinuerlig tilbakemelding til studentene, basert på faktiske svar og dermed på graden de oppnår læringsmålene på det aktuelle tidspunktet.
4. Oppmuntrer til dialog om læring med faglærer og medstudenter.	Undervisningen er en iterativ prosess med tilbakemelding fra student til faglærer (diagnostisk vurdering) og fra faglærer til studenten (formativ vurdering). Med gruppediskusjon blir dialog med medstudenter sentralt, mens faglæreren også har mulighet til å snakke med studentene.
5. Fremmer motivasjon og faglig selvtilitt hos studentene.	Spørsmålene er relevante for eksamenen, noe som kan virke motiverende. Studentene får en tydelig bekreftelse om hva de mestrer. Faglæreren kan bidra med hint for å få studentene til å klare oppgaver de ikke ennå ville ha klart på egen hånd, som kan være med å bygge opp faglig selvtilitt.
6. Gir studentene muligheten til å redusere avviket mellom faktisk nivå og ønsket nivå.	Studentene får en tydelig oversikt over læringsmål de ikke mestrer enda. Faglæreren gir løsningsforslag og kan gi tips til nyttige ressurser til selvstudie.
7. Gir faglæreren informasjon som kan hjelpe dem å tilpasse undervisningen.	Diagnostisk vurdering er sentral i undervisningen. Faglærerens gjennomgang baseres på det aktuelle nivået av studentene som er til stede.

5 KONKLUSJON

I dette bidraget har vi introdusert en undervisningsform som vi kaller pollbasert undervisning og som går ut på å bruke flervalgsoppgaver som diagnostisk testing med påfølgende formativ vurdering. Undervisningsformen har blitt brukt i innføringsemner i fysikk og kjemi både fysisk og nettbasert og både med og uten gruppediskusjon som del av opplegget. I en felles spørreundersøkelse i nettbaserte implementasjoner i fysikk og kjemi har vi undersøkt hvordan undervisningsformen påvirker studentenes oppmerksomhet, motivasjon og opplevd læringsutbytte, samt fordelene og ulempene med gruppediskusjon som en del av opplegget.

Resultatene tyder på at undervisningsformen gir høyt opplevd læringsutbytte, økt motivasjon til forberedelse og deltagelse, samt at flervalgsoppgavene hjelper å holde oppmerksomhet oppe. Pollbasert undervisning som del av en gjennomtenkt undervisning- og vurderingspraksis kan bidra til i å støtte studentene i regulering av sin egen læring. Gruppediskusjon som del av opplegget gir høyt opplevd læringsutbytte og muligens også større bevissthet rundt og motivasjon til egen forberedelse. Gruppediskusjon fører imidlertid til betydelig mer tidsbruk per oppgave og følgelig et lavere antall oppgaver som kan gjennomføres.

Pollbasert undervisning er en fleksibel undervisningsform fordi det kan implementeres i ulike fag, både fysisk og på nett, både med og uten gruppediskusjon og uten skaleringsproblemer med større studentgrupper, som kan være fordelt over ulike campuser. Dermed kan undervisningsformen overføres til mange andre begyneremner i STEM-fagene.

REFERANSER

- Beerepoot, M. T. P. (2022). Effektive læringsstrategier – Innsikter, implementering og tverrfaglig erfaringsutveksling. *Læring om Læring*, 9(2), 9. <https://www.ntnu.no/ojs/index.php/lo/article/view/5020>
- Beerepoot, M. T. P. (2023). Formative and Summative Automated Assessment with Multiple-Choice Question Banks. *Journal of Chemical Education*, 100(8), 2947-2955. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00120>
- Nordic Journal of STEM Education*, Vol. 8, N° 1 (2024)

- Beerepoot, M. T. P., & Kosonen, J. A. (2023). Automatisk rettet eksamen i generell kjemi. *Nordic Journal of STEM Education*, 8(1), 18-22. <https://www.ntnu.no/ojs/index.php/njse/issue/view/453>
- Butler, A. C., & Roediger, H. L. (2008). Feedback enhances the positive effects and reduces the negative effects of multiple-choice testing. *Memory & Cognition*, 36(3), 604-616. <https://doi.org/10.3758/MC.36.3.604>
- Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970-977. <https://doi.org/10.1119/1.1374249>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Gier, V. S., & Kreiner, D. S. (2009). Incorporating active learning with PowerPoint-based lectures using content-based questions. *Teaching of Psychology*, 36(2), 134-139. <https://doi.org/10.1080/00986280902739792>
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (2014). Cooperative learning: Improving university instruction by basing practice on validated theory. *Journal on Excellence in University Teaching*, 25(3/4), 85-118.
- Michaelsen, L. K., Davidson, N., & Major, C. H. (2014). Team-Based learning practices and principles in comparison with cooperative learning and problem-based learning. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25, 57-84.
- Netland, K. Ø., Sivertsen, A. & Olufsen, M. (2018). Innføring av studentaktive arbeidsformer i seminarundervisningen. Hvilken betydning har dette på læringsutbyttet og klassemiljøet? *Nordic Journal of STEM Education*, 2(1), 1-15. <https://doi.org/10.5324/njsteme.v2i1.2346>
- Nguyen, K., & McDaniel, M. A. (2015). Using quizzing to assist student learning in the classroom: The good, the bad, and the ugly. *Teaching of Psychology*, 42(1), 87-92. <https://doi.org/10.1177%2F0098628314562685>
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education* 31(2), 199-218. <https://doi.org/10.1080/03075070600572090>
- Nicol, D. (2007). E-assessment by design: using multiple-choice tests to good effect. *Journal of Further and Higher Education*, 31(1), 53-64. <https://doi.org/10.1080/03098770601167922>
- Oakley, B., Felder, R. M., Brent, R., & Elhajj, I. (2004). Turning student groups into effective teams. *Journal of Student Centered Learning*, 2(1), 9-34.
- Roberson, B., & Franchini, B. (2014). Effective task design for the TBL classroom. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25(3/4), 275-302.
- Roediger, H. L. III, & Marsh, E. J. (2005). The Positive and Negative Consequences of Multiple-Choice Testing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31(5), 1155-1159. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.31.5.1155>
- Roediger, H. L. III, Agarwal, P. K., McDaniel, M. A., & McDermott, K. B. (2011a). Test-enhanced learning in the classroom: Long-term improvements from quizzing. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 17(4), 382-395. <https://doi.org/10.1037/a0026252>
- Roediger, H. L. III, Putnam, A. L., & Smith, M. A. (2011b). Ten benefits of testing and their applications to educational practice. *Psychology of Learning and Motivation*, 55, 1-36. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00001-6>
- Sadler, D. R. (1998). Formative assessment: Revisiting the territory. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 77-84. <https://doi.org/10.1080/0969595980050104>