

Øget læringsudbytte gennem forbedret forberedelse og højere aktivitetsniveau i et klimafysikkursus på universitetsniveau:

En praktisk *anvendelse* af flipped classroom og Brousseaus teori om didaktiske situationer



Sune Olander Rasmussen,
Center for Is og Klima,
Niels Bohr Institutet,
Københavns Universitet



Dorte Elisabeth Rasmussen,
Bagsværd Kostskole og
Gymnasium



Nana Quistgaard,
selvstændig

Abstract: *I dette udviklingsprojekt beskriver vi et forsøg hvor traditionel forelæsningsbaseret undervisning erstattes af en model hvor de studerende selvstændigt gennem videoforelæsninger og småøvelser tilegner sig den grundlæggende del af pensum i forberedelsestiden (inspireret af flipped classroom-princippet) mens en stor del af klasserumstiden bruges på ikke-lærerstyrede aktiviteter inspireret af Brousseaus teori om didaktiske situationer. De studerende bruger efter omlægningen mere tid på forberedelsen der er planlagt så den direkte understøtter klasserumsaktiviteterne som er tilrettelagt med videregående og relationel forståelse som mål. De studerende interagerer mere og mere jævnbyrdigt med deres medstuderende og underviseren, og næsten alle studerende rapporterer om øget læringsudbytte.*

Introduktion

Formålet med undervisning er at skabe de optimale betingelser for studerendes tilføjelse af et givent vidensområde. Fra et konstruktivistisk perspektiv opnås videnstilføjelse bedst ved at de studerende forholder sig aktivt til stoffet både ved individuel refleksion og i interaktion med det omkringliggende miljø der blandt andet omfatter medstuderende og undervisere (Prince, 2004; Freeman et al., 2014). I dette lys er det afgørende hvordan såvel de studerendes forberedelse som aktiviteterne i klasserummet kan struktureres på en måde der effektivt understøtter refleksion og interaktion. I dette udviklingsprojekt beskriver vi en intervention der går ud på at kombinere elementer fra Brousseaus teori om didaktiske situationer med *flipped classroom*-princippet. Formålet med interventionen er at øge graden af refleksion og studenterinddragelse i – og dermed forhåbentligt udbyttet af – forberedelses- og klasserumsaktiviteterne ift. mere traditionel undervisning bestående primært af forelæsninger og plenumdiskussioner. Overordnet finder vi at de studerende efter interventionen bruger mere tid på forberedelse og møder op til undervisningen med en mere homogen og mere operationel grundlæggende viden der er fokuseret omkring de centrale spørgsmål. Vi observerer at de studerende er mere villige til og bedre i stand til at interagere med underviser og medstuderende, og at arbejdet i undervisningstiden derfor bliver mere kvalificeret. Et vigtigt element i interventionen er en reorganisering af pensum så de studerende i forberedelsestiden kan tilegne sig en stor del af det grundlæggende pensum ved selvstudium. Denne reorganisering indbefatter en væsentlig grad af stilladsering af forberedelsesarbejdet hvilket synes særlig velegnet til grupper af studerende med stor faglig spredning eller varierende indsigt i fagets diskurs.

Baggrund

Udviklingsarbejdet knytter sig til kurset *Ice Cores and Ice Ages: Greenlandic Climate Change Case Study* ved DIS, *Study Abroad in Scandinavia*, som SOR har udviklet og undervist på sammen med en kollega i seks semestre inden projektets start. Holdene består af ca. 20 amerikanske udvekslingsstuderende, og det faglige niveau svarer til et introduktionskursus på 2. eller 3. år på et dansk universitetsstudium. De studerendes faglige baggrund er meget blandet, og en betydelig andel af de studerende er således ikke grundigt skoledede i naturvidenskabelig metode. Af samme årsag er kurset tilrettelagt med fokus på sammenhænge mellem forskellige processer og elementer i klimasystemet (i det følgende omtalt som *tværgående sammenhænge*) frem for en detaljeret beskrivelse af fysikken i de enkelte dele i klimasystemet. Inden interventionen var kurset karakteriseret ved en blanding af forelæsninger over centrale dele af det læste pensum med fokus på at tydeliggøre tværgående sammenhænge samt

mindre summeopgaver, små gruppeøvelser og dialog i plenum. Med inspiration fra *Just In Time Teaching* (Prince & Felder, 2006, s.133) blev de studerende normalt bedt om at have læst dagens tekst og levere skriftlig online-feedback hertil aftenen inden, både for at stimulere til refleksion over det læste og for – baseret på den skriftlige feedback – at kunne tilpasse indholdet af undervisning i klassen til de studerendes niveau og dermed frigøre tid til arbejde med vanskelige/problematisk begreber og sammenhænge.

Det hidtidige kursusformat har generelt fungeret godt, især for de dygtige og flittige studerende, men forberedelsesindsatsen har for mange studerende været sparsom. Kurset udgør ca. en femtedel af et fuldt studieprogram og har to ugentlige undervisningsgange a 80 minutter hvortil de studerende ifølge egne oplysninger i en spørgeskemaundersøgelse gennemført inden interventionen i gennemsnit forberedte sig i 57 minutter. Halvdelen brugte dog kun 40 minutter eller mindre. En del af de knapt så flittige studerende har ikke deltaget ret meget i timerne uopfordret. I diskussioner og fra resultaterne af de løbende prøver har det været tydeligt at denne gruppe studerende ofte har haft svært ved at danne sig overblik over stoffet og forstå de tværgående sammenhænge selvom de måske nok har haft en tilstrækkelig forståelse af delelementerne heri. En anden gruppe studerende, typisk bestående af studerende med begrænset naturvidenskabelig skoling og/eller studerende der har relativt svært ved at udtrække essensen af de grafer som spiller en stor rolle i undervisningsmaterialet, har i kursusevalueringer undertiden udtrykt at de finder det vanskeligt at overskue læsestoffet og at identificere tværgående sammenhænge i forelæsningerne, dels på grund af sværhedsgraden, dels på grund af tempoet. De pågældende studerende har dog ikke været tilbøjelige til at påpege dette undervejs i forelæsningerne, så det er svært at vide om det er et generelt problem, eller om det relaterer sig til særlige dele af materialet.

Projektets mål var at nå frem til et andet format for kurset der motiverer til en større aktiv indsats både i forberedelsen og i klasserummet, og som samtidig bedre understøtter læringspotentialet for de studerende der finder stoffet svært, men som samtidig er parate til at yde en seriøs indsats. Det overordnede mål var herved at styrke de studerendes evne til at identificere og forstå de tværgående sammenhænge, men om dette mål er nået, kan dog ikke umiddelbart undersøges kvantitativt på nærværende empiriske grundlag. Derfor vil vi holde os til at undersøge hvordan den omlagte undervisning påvirker de studerendes forberedelsesgrad, aktivitetsniveau i klasserummet og de studerendes selvopfattede læringsudbytte.

Teoretisk ramme

Kurset er præget af stoftrængsel i forhold til det ret lave antal undervisningstimer: Kurset har 23 undervisningsgange bestående af 17-19 regulære undervisningsgange samt undervisning under studieture og eksamensforberedelse. Samtidig fordrer kursets læringsmål og den store spredning i de studerendes forkundskaber introduktion af en lang række grundlæggende elementer som kun en mindre andel af de studerende har stiftet bekendtskab med før og da ofte i andre sammenhænge. Erfaringer fra tidligere semestre viser at de studerende ikke baseret på lærebogen alene kan forventes at kunne tilegne sig det grundlæggende materiale ved selvstudium. Det var derfor inden interventionen nødvendigt at bruge en betragtelig del af klasserumstiden på de grundlæggende elementer hvilket ikke efterlod tilstrækkelig tid til at udvikle de tværgående sammenhænge ordentligt. På denne baggrund opstod den erkendelse at det overordnede pædagogiske mål med at forbedre de studerendes evner til at identificere og forstå de tværgående sammenhænge ikke ville være opnåeligt medmindre der kunne frigøres betydelig klasserumstid til formålet. Dette ville igen kræve at de studerende kunne blive i stand til at tilegne sig en større del af (især det grundlæggende) pensum ved selvstudium.

Som beskrevet ovenfor var erfaringen med det aktuelle kursus at i hvert tilfælde den svageste del af de studerende ikke har kunnet tilegne sig den nødvendige basisviden ved blot at læse undervisningsmaterialet. Det første naturlige trin var derfor at overveje hvordan de studerendes forberedelsesform kunne ændres så de ved selvstudium kunne skabe sig det nødvendige faglige grundlag for klasserumsaktiviteterne. En hjørnesten i interventionen blev derfor at tilrettelægge en bredere vifte af forberedelsesaktiviteter der i højere grad tager højde for variationer i de studerendes forudsætninger og læringsstile.

Valget faldt på at flytte en stor del af forelæsningserne ud i forberedelsestiden som videoforelæsninger der supplerer de læste tekster, og at udarbejde vejledninger til forberedelsesarbejdet der knytter forelæsninger og tekster sammen med relevante refleksionsspørgsmål. Derved bliver hjemmearbejdet mere afvekslende og mere stiladseret. At klasserumsforelæsningserne erstattes af videoforelæsninger i forberedelsestiden, betyder at modellen er en form for *flipped classroom*-undervisning, men vi ser mere dette som en praktisk foranstaltning, der beskrives i afsnittet *Intervention* nedenfor, end et særskilt pædagogisk princip. Marie Lohmann-Jensen er i sit speciale ude i tilsvarende overvejelser:

“... hvis flipped classroom skal anskues som andet end blot en strukturel ændring af undervisningen, så er det nødvendigt at koble det sammen med nogle pædagogiske og didaktiske overvejelser” (Lohmann-Jensen, 2014, s. 111).

Dette forhold afspejles også i at vi ikke bruger det flippede format overalt i kurset, men kombinerer elementer af traditionel og *flipped classroom*-undervisning som det skønnes bedst i forhold til det konkrete stof (Barnett, 2014).

Lidt groft kan man sige at den undervisningsmodel som blev udrullet i interventionen, består af tre elementer:

- Elevernes forberedelse stilladseres ved hjælp af en vejledning til forberedelsesarbejdet og opdeles i mindre bidder der hver kredser om et grundlæggende begreb eller snævert emneområde.
- Den del af forelæsningerne der omhandler de grundlæggende begreber, erstattes af videoforelæsninger som de studerende ser som del af forberedelsesarbejdet.
- Klasserumstiden fokuseres på studenteraktiviteter med det formål at øge de studerendes evne til at identificere og forstå tværgående sammenhænge.

Elementerne vil kunne bruges alene, men udgør her et samlet bud på hvordan de studerendes evne til at identificere og forstå tværgående sammenhænge kan forbedres. Vi ser dog som sagt de to første elementer som værende af mere praktisk art, og vi vil derfor i det følgende fokusere på den teoretiske ramme for designet af klasserumsaktiviteterne og de heraf følgende implikationer for tilrettelæggelsen af de studerendes forberedelse.

Projektet er inspireret af Brousseaus tænkning i planlægningen af aktiviteterne i klasserummet. Brousseau formulerer i sit *devolutions-paradoks* hvordan de studerende kan være så optagede af at følge underviserens instruktioner at de ikke kan opfylde målet med undervisningen/instruktionerne:

“Hvis underviseren siger hvad han/hun vil have de studerende til, kan dette ikke længere opnås” (Brousseau, 2002, s. 41).

Dette kan forstås således at de studerende fanges i en adfærd hvor de reagerer på instruktionerne på en instrumentel måde: Den af læreren præsenterede viden eller erkendelse bliver taget ad notam, men internaliseres ikke og medfører ikke tilstrækkelig refleksion hos de studerende til at udløse egentlig læring.

Brousseaus løsning er at det bliver underviserens opgave at tilrettelægge en opgave/aktivitet der faciliterer at de studerende konstruerer den ønskede viden uden at denne viden præsenteres eksplicit inden den er tilegnet. En komplicerende faktor er at meget viden er formuleret i generelle termer og er taget ud af den kontekst den oprindeligt blev skabt i (den er blevet *dekontekstualiseret*) hvilket kan gøre den svært tilgængelig for de studerende. Dette er baggrunden for teorien om didaktiske situationer (TDS) der beskriver fem faser som et undervisningsforløb ifølge Brousseau hensigtsmæssigt

kan tilrettelægges i (Christiansen & Olsen, 2006). I den indledende *devolutionsfase* præsenterer underviseren et spørgsmål, et problem eller en case for de studerende og opridser opgavens art. Ofte vil underviseren italesætte opgaven i en konkret kontekst hvori den lettere kan forstås, selvom den underliggende viden knytter sig til en mere generel situation; det relevante vidensområde *rekontekstualiseres*. Herefter arbejder de studerende i *aktions- og formuleringsfaserne* aktivt med opgaven uden at underviseren styrer processen (dvs. i en adidaktisk sammenhæng). De adidaktiske faser er helt centrale hos Brousseau da det er her den kognitive udvikling primært foregår. Udfordringen er således dels at sikre at de studerende har de nødvendige forudsætninger fra det stilladserede forberedelsesarbejde så de, i Vygotskys terminologi, arbejder inden for deres nærmeste læringszone (Rienecker et al., 2013, s. 77), og dels i klasserumsstiden at skabe rammerne for et forløb der leder de studerende til at opnå de ønskede centrale erkendelser gennem adidaktisk arbejde. Modellens succes afhænger derfor også kritisk af at de studerende rent faktisk forbereder sig hvilket skal kommunikeres tydeligt til de studerende.

Efter at de studerende i de adidaktiske faser har arbejdet med opgaven, formuleret hypoteser og derved forhåbentlig konstrueret deres egen forståelse af stoffet, vil det oftest være fornuftigt at validere resultatet. Dette sker i *valideringsfasen* der kan være både adidaktisk og didaktisk. Nogle gange vil de studerende af sig selv validere deres arbejde og formulerede hypoteser, og herved bliver fasen adidaktisk. Andre gange vil underviseren træde til og bidrage til eller endog styre fasen der hermed bliver en didaktisk fase. Nu har de studerende forhåbentligt tilegnet sig viden der knytter sig til den konkrete kontekst, og i den afsluttende *institutionaliseringsfase* søges denne viden generaliseret, fx ved perspektivering og ved *redekontekstualisering* hvor den opnåede viden løftes ud af den (midlertidige) kontekst der var baggrund for de tidligere faser. Denne fase er didaktisk da det er læreren der forestår eller leder de studerende gennem institutionaliseringen (Christiansen & Olsen, 2006).

Et eksempel på et TDS-forløb fra kurset og det tilhørende forberedelsesmateriale er skitseret i tekstboksen nedenfor.

I forarbejdet til projektet blev et tidligere hold studerende spurgt til deres umiddelbare holdning til omlægningen til *flipped classroom*-formatet. Mange studerende udtrykte skepsis overfor at skulle erstatte forelæsninger i klasserummet med videoforelæsninger. Efterfølgende interviews dykkede ned i dette udsagn, og det viste sig at det ikke så meget var selve forelæsningerne som valideringen og institutionaliseringen de studerende ikke ville undvære. I interventionen blev der derfor lagt vægt på at bruge den af *flipped classroom*-omlægningen frigjorte klasserumstid til at styrke validerings-, perspektiverings- og institutionaliseringsselementerne.

Sammenfattende kan man inspireret af Piagets terminologi sige at intentionen har været at de studerende i deres forberedelse tilegner sig detailviden om klimasystemets

Eksempel på forløb

Forløbets formål er at opøve de studerendes evne til at identificere og beskrive relevante sammenhænge mellem ændringer i forskellige dele af klimasystemet under den seneste istid der var præget af bratte klimaændringer, de såkaldte Dansgaard-Oeschger-begivenheder (D-O-begivenheder). Det centrale er at kunne finde og argumentere for de kausale sammenhænge og indse at ændringerne sker på forskellige tidlige skalaer (nogle ændringer er langsomme, andre bratte) og rumlige skalaer (nogle ændringer er globale, andre påvirker kun en afgrænset region).

Vejledning til forberedelsesarbejdet er her gengivet i forkortet og oversat form:

- Læs kapitel 5 i lærebogen (Ruddiman: *Earth's Climate*), og se den tilhørende videoforelæsning om klimaet under den seneste istid (7m34s).
- Læs afsnit 14-1, og se videoforelæsningen om D-O-begivenheder (12m47s).
- Lav en note om D-O-begivenhedernes karakteristika, og medbring denne til næste undervisningsgang:
 - Fra hvilke klimadata defineres D-O-begivenheder?
 - Hvor og hvornår forekom de?
 - Hvad er faconen af temperaturkurven hen over en D-O-begivenhed?
 - Hvad er den omtrentlige opvarmning ved starten af en D-O-begivenhed?
 - Hvad er den minimale, maksimale og typiske varighed af en D-O-begivenhed?
- Se videoen om bundvandsdannelse på BBC's hjemmeside. Se derefter videoforelæsningen om den termohaline cirkulation i verdenshavene (10m39s). Læs side 261 – 266 i lærebogen som omtaler forskellige teorier for hvad der udløste D-O-begivenhederne.
- Den sidste videoforelæsning i dag handler om Heinrich-begivenheder (13m59s). Læs det tilhørende afsnit 14-2.
- Endelig skal du lave en karakteristik af Heinrich-begivenhederne svarende til den for D-O-begivenhederne ovenfor.

Timen starter med at de studerende først har lejlighed til at stille spørgsmål fra forberedelsen og derefter to og to sammenligner karakteristikkene af Heinrich- og D-O-begivenheder.

Den egentlige aktivitet starter ved at underviseren introducerer seks fænomener:

- Relativt varmt klima i Grønland
- Stigende havniveau
- Større isbjergsproduktion end normalt fra iskapperne på den nordlige halvkugle
- Stærk termohalin cirkulation i det nordlige Atlanterhav
- Øget afsmeltning fra iskapperne på den nordlige halvkugle
- IRD (ice-rafted debris) aflejres i det nordlige Atlanterhav.

Herved er der skabt en kontekst med udvalgte elementer af klimasystemet som de studerende nu skal arbejde i. Opgaven består i at identificere kausale sammenhænge og disses fortegn parvist mellem de 6 fænomener. Efter at have gennemgået 2 eksempler i

plenum for at sikre at alle har forstået opgaven, overlades de studerende til adidaktisk gruppearbejde, og lærerens rolle er at observere og svare på spørgsmål. Aktivitetsfasen varer 30-40 minutter.

Valideringen foretages ved at præsentere en tabel med resultater, og afvigelser herfra er udgangspunkt for en diskussion i klassen styret af læreren.

I institutionaliseringsfasen generaliseres resultaterne til hele klimasystemet, og pointerne med de forskellige tidslige og rumlige skalaer formuleres baseret på de opnåede resultater. Hermed redekontekstualiseres resultaterne for at søge at støtte de studerende i at generalisere deres opnåede indsigter og gøre dem overførbare.

enkeltdele gennem overvejende assimilerende læring. I klasserumsundervisningen organiseres "brikkerne" af detailviden i forhold til hinanden, og de tværgående sammenhænge gøres eksplicite ved en overvejende akkommoderende læringsproces. Det kan fx ske gennem TDS-inspirerede øvelser der søger at udfordre de studerendes eksisterende forståelse og derved skabe frugtbare kognitive konflikter som støtte for denne adaptationsproces (Rienecker et al., 2013, s. 71). Endelig suppleres TDS-øvelserne med mere vidtrækkende diskussioner og perspektiveringer.

Intervention

Interventionen bestod af en omlægning af kursets tredje del. Denne del var inden interventionen opbygget af fire undervisningsgange a hver 80 minutter. De tre første undervisningsgange var dominerede af forelæsninger, mens den fjerde bestod af en gruppeøvelse der samlede op på indholdet af de tre forrige undervisningsgange (herefter blot benævnt *gruppeøvelsen*). Forelæsningerne i de tre første undervisningsgange var bygget op efter læsestoffets struktur og søgte at fremhæve de vigtigste pointer med udgangspunkt i lærebogens stofrækkefølge. Gruppeøvelsen blev fastholdt og gør det derfor muligt kvalitativt at sammenligne udbyttet af de tre første undervisningsgange.

Interventionen medførte en omlægning og gentænkning af organiseringen af stoffet. Første trin var at identificere et eller flere delmål for hver undervisningsgang baseret på kursets overordnede læringsmål. Disse delmål var udgangspunkt for en række TDS-inspirerede øvelser der blev designet med det formål at de studerende undervejs ville opnå overblik over emnet og formulere de centrale indsigter. Den til undervisningen forventede forberedelse kunne dermed identificeres som en liste over viden og færdigheder der ville være nødvendige for at kunne igangsætte de pågældende øvelser (eller disses devolutionsfaser) og give de studerende værktøjer til at deltage aktivt i øvelsen. Forberedelsesarbejdet blev således opbygget omkring typisk to til fire konkrete emner, og læsemateriale og opgaver blev udvalgt som støtte hertil uden skelen til hvor i læsebogen de pågældende afsnit var placeret. Denne

model giver en radikalt anderledes afgrænsning af forberedelsesarbejdet i forhold til tidligere hvor kurset i højere grad fulgte lærebogens udvælgelse og prioritering af stoffet. Før interventionen var der perifere afsnit i læsepensum der ikke blev indgående diskuteret i klasserumsundervisningen, men som var medtaget i læsepensum for fuldstændighedens skyld. Efter interventionen udgik sådanne afsnit der ikke blev vurderet som nødvendige som forberedelse for klasserumsaktiviteterne, af pensum.

På det praktiske plan blev det justerede læsestof opdelt i mindre portioner, hver hørende til en videoforelæsning eller et videoklip produceret af tredjepart og/eller en lille øvelse. Uanset form var målet at introducere de grundlæggende begreber/mekanismer indenfor en velafgrænset del af pensum. Herved kunne videoforelæsningserne hver holdes på typisk ca. 10 minutter hvilket sikrer afveksling i arbejdsformer under forberedelsen og gør det nemmere for de studerende at fastholde koncentrationen. Rent praktisk blev videoerne lavet ved at optage underviserens stemme sammen med PowerPoint-slides med markøren som redskab til at tegne og markere. Denne lavpraktiske tilgang blev valgt for at undgå at det blev uoverkommeligt at indføre den nye model. Foruden selve forelæsningsen indeholder mange af videoforelæsningserne små støttespørgsmål i retning af "Overvej hvordan [faktor/fænomen X] påvirker [faktor/fænomen Y]. Sæt videoen på pause nu, og fortsæt når du har tænkt over dit svar". Efter pausen diskuteres mulige gode og mindre gode bud og begrundelsen herfor. Formålet herved er både at støtte den aktive læring og at bryde de længste envejskommunikations-sekvenser op med en refleksionskrævende aktivitet.

De studerendes forberedelse blev stilladseret både gennem de beskrevne refleksions- og støttespørgsmål i videoforelæsningserne og ved hjælp af en læsevejledning der bandt videoerne og læsestoffet sammen. Læsevejledningen indeholdt også små opgaver, grublespørgsmål eller lignende der kunne understøtte forståelsen af de centrale koncepter og gjorde de studerende klar til aktiviteterne i klasserumstiden.

Tekstboksen nedenfor indeholder en skitseret læsevejledning og en beskrivelse af aktiviteterne fra en enkelt undervisningsgang. Den praktiske gennemførelse af de enkelte TDS-forløb i aktivitetsfasen omtales ikke i detaljer her, men yderligere materiale kan rekvireres fra førsteforfatteren, og i Rasmussen (2015) gives mere detaljerede eksempler på de enkelte undervisningsganges forløb.

Metode

Interventionens effekt på de studerendes forberedelsesgrad, aktivitetsniveau i klasserummet og de studerendes selvopfattede udbytte er blevet undersøgt dels ved et gruppeinterview lige efter afslutning af interventionen og en spørgeskemaundersøgelse og dels gennem observationer foretaget af underviseren (SOR) og dennes pædagogiske vejleder (NQ) der overværede en del af den omlagte undervisning.

Gruppeinterviewet bekræftede indtrykket fra undervisningen af at de studerende var positive over for omlægningen, og de studerende kom med en del praktiske råd til at gøre videoforelæsningsne bedre. De fleste pointer fra gruppeinterviewet dukkede dog også op i den afsluttende spørgeskemaundersøgelse, og resultaterne fra gruppeinterviewet omtales derfor ikke yderligere i detaljer i det følgende.

Kurset afsluttes med mundtlig eksamen. Det er svært kvantitativt at anvende eksamensresultaterne til at vurdere interventionens effekt, blandt andet da denne kun berørte ca. en fjerdedel af det samlede pensum. Desuden var det fra semesterets start tydeligt at de studerendes faglige niveau på det pågældende semester var usædvanligt jævnt: Der var på det pågældende hold færre rigtigt gode studerende, men til gengæld ingen studerende der konsekvent virkede umotiverede eller helt uforberedte. Dette afspejledes ved færre lave eksamenskarakterer, men det er ikke til at sige om dette skyldes interventionen eller den usædvanligt jævne studenter-sammensætning.

Spørgeskemaundersøgelsen blev gennemført efter den mundtlige eksamen for at undgå at de studerende kunne forledes til at tro at deres svar kunne påvirke deres eksamenskarakter. Undersøgelsen søger systematisk at afdække hvordan de studerende opfattede den omlagte undervisning, og kortlægger interventionens påvirkning af de studerendes forberedelsestid og selvopfattede læringsudbytte.

Analyse

De studerendes egne vurderinger jf. spørgeskemaundersøgelsen

Alle 19 studerende besvarede spørgeskemaet. Anonymiserede besvarelser kan rekvireres fra hovedforfatteren. De studerende syntes godt om det omlagte format, og 16 studerende havde set alle videoforelæsningsne inden klasserumstiden, mens de resterende havde set 8 eller 9 af de 10 videoer. De brugte flittigt mulighederne for at pause eller genafspille videoerne.

Læsevejledningen anbefaler at teksterne læses før videoforelæsningsne, men mange studerende har prøvet den omvendte rækkefølge, og det viser sig at være mest populært at se videoforelæsningsne først. To begrundelser går igen: Nogle studerende føler sig tabt i læsningen hvis de ikke har forelæsningsnes prioritering at støtte sig til, mens andre ganske simpelt anfører at det er hurtigst at læse efter at have set forelæsningsne (i nogle tilfælde selvom de selv vurderer at læsning før forelæsningsne nok giver det største udbytte). Flere studerende der læser efter forelæsningsne, bemærker at de måske nok læser det angivne materiale mindre grundigt, men at de på grund af den øgede stilladsering gennem både læsevejledning og videoforelæsningsne samlet finder forberedelsesarbejdet mere givende da de bedre kan identificere og fokusere på de centrale dele.

De studerende bruger – som det var målet – samlet mere tid på at forberede sig. For undervisningsgangene inden interventionen var gennemsnittet 75 minutter (hvor 11 ud af 19 dog brugte maksimalt en time) hvilket steg med en halv time for de omlagte undervisningsgange. Omfanget er stadig indenfor det rimelige i forhold til at kurset udgør ca. en femtedel af et fuldt studieprogram.

Endelig gengives nedenfor udvalgte kommentarer fra besvarelserne. Der var langt flere positive kommentarer end de tre typiske der er udvalgt her, mens de to sidste var de eneste kritiske kommentarer:

“I also appreciated that everyone was fairly equally prepared, so we all gave it some effort and got something out of the group work.”

“I enjoyed it because it made me feel like an active participant in the learning. It also helped me check if I actually understood at a time when I still had you around to ask a question.”

“Our class periods were more productive because we worked in groups and had time to ask Sune specific questions and gain a deeper understanding of the material.”

“I think my learning outcome was about the same, but in different ways. I think that in traditional lectures, it is easier to know what is the most important information because it is typically indicated by the professor. In the flipped classroom exercises, I found myself fixating on small details that did not end up being as important as I thought they were.”

“Personally, I felt that the flipped format reduced my learning outcome because I had trouble paying attention to the videos I watched at home. With the lecture-based class meetings, I was more likely to spend more time on the readings, and retain more information from the class lectures.”

Af de 19 studerende erklærede 18 sig sammenfattende positive overfor det omlagte format, og 17 oplevede stigende læringsudbytte, blandt andet fordi de oplevede at tiden i klassen blev anvendt bedre. Det er bemærkelsesværdigt at det ca. 40 % øgede tidsforbrug til forberedelse ikke udløser negative kommentarer, og det er således lykkedes at finde en form hvor de studerende villigt forbereder sig mere og grundigere fordi de oplever et større udbytte heraf, og fordi koblingen mellem forberedelsesarbejdet og klasserumsaktiviteterne er mere tydelig.

Vurdering baseret på egne observationer

SOR modtog faglig og pædagogisk supervision af NQ og faglig vejleder Anders Svensson på den tredje af de omlagte undervisningsdage. Her gengives et afsnit fra det efterfølgende refleksionspapir:

“De studerende var aktive og koncentrerede under matrixøvelsen. Ved at gå rundt og lytte og hjælpe fik jeg indtryk af niveauet, der var bedre end det plejer at være uden den flippede forberedelse. En af grupperne skulle have massiv faglig støtte, men det var der tid til i det omlagte format, og de kom tilstrækkeligt igennem spørgsmålene til at kunne fremlægge. Jeg vurderer at de pågældende ret svage studerende fik et særdeles godt udbytte af øvelsen, og at udbyttet var væsentlige højere pga. den øgede tid til øvelsen, som onlineforelæsningerne tillader. Fremlæggelserne i øvelsens anden fase varierede meget i stil: nogle studerende holdt et lille foredrag, mens andre havde en mere diskuterende stil.”

Beskrivelsen er repræsentativ for undervisningen under hele interventionen: Ellers relativt stille og tilsyneladende svage studerende involverede sig mere og præsterede bedre end normalt. En oplagt årsag hertil kunne være at en større del af aktiviteterne i det omlagte format foregår i mindre grupper, og at de omtalte studerende trives bedre i disse mere trygge rammer, og at den stærkere stilladsering under forberedelsen har været gavnlig især for denne gruppe. Efter gruppeinterviewet blev de studerende bedt om at sende eventuelle yderligere kommentarer på e-mail, og ovennævnte forklaring støttes af en e-mail fra en meget stille studerende:

“I really enjoyed it and benefitted from it a lot. I found this type of pre-class prep a lot more approachable and reasonable. It was clear and concise, and I didn't feel inadequate because I wasn't understanding like I often felt with the readings when I was backed up on them and confused.”

Observationer fra både underviseren og vejleders supervisionsbesøg tyder entydigt på at det omlagte format fungerede godt, og at de studerende mødte bedre forberedte, deltog mere aktivt, og at deres læringsudbytte steg.

Diskussion og konklusion

Såvel de studerendes egne udsagn som vores observationer viser at den omlagte model med elementer af *flipped classroom*-forberedelse og TDS-inspirerede studenteraktiviteter i klasserumstiden medfører at de studerende forbereder sig mere og bedre, er mere aktive i klasserummet og oplever et øget læringsudbytte. Meget tyder på at det øgede forberedelsesarbejde skyldes øget motivation idet de studerende på grund af

bedre tilrettelagt og mere stilladseret forberedelsesarbejde simpelthen finder forberedelsen mere udbytterig. Som det fremgår af citatet ovenfor, er forberedelsen lettere at gå til, og det må formodes at stilladseringen samt den mere varierede arbejdsform gør at de studerende ikke kører så let fast. Det øgede læringsudbytte skyldes efter alt at dømme kombinationen af bedre forberedelse samt et højere aktivitetsniveau i klasserummet med større variation i arbejdsformer, bedre tid til at arbejde med de vanskelige begreber og sammenhænge samt bedre tid til refleksion i validerings og institutionaliseringsfaserne.

Den omlagte model har også andre fordele. Erfaringerne med TDS-aktiviteter i timerne er at langt de fleste studerende gerne deltager aktivt, og at de adidaktiske faser fungerer godt også for de studerende der tidligere har været meget passive under forelæsninger og efterfølgende plenumdiskussioner. Samtidigt observerer vi at de gode studerende under de adidaktiske aktiviteter fik plads til at excellere, og at de mindre stærke studerende både får et godt udbytte heraf og selv bliver ansporet til mere aktivitet. Spørgeskemabesvarelsene indikerer da også at især de svage og/eller stille studerende har gavn af det omlagte format, vel at mærke uden at der er konstateret frustrationer fra de dygtigste studerende der også melder om øget læringsudbytte. Det omlagte format virker derfor særdeles velegnet til situationer hvor de studerende har meget forskellige forkundskaber og læringsstile.

Vores observationer tyder også på at de studerende har større succes med at forstå de tværgående sammenhænge. Denne påstand er udelukkende baseret på fornemmelser og nogle få observationer under det gruppearbejde der afrundede interventionen, samt kursets afsluttende mundtlige eksamen. Det virker dog sandsynligt at øget motivation og selvoplevet øget læringsudbytte leder til bedre forståelse af de tværgående sammenhænge. En sandsynlig medvirkende årsag er at de studerende på et tidligere tidspunkt i undervisningsforløbene når frem til et punkt hvor de har erhvervet sig det overblik over pensums delelementer der er en forudsætning for at kunne identificere og forstå de tværgående sammenhænge. I termer hentet fra SOLO-taksonomien (Biggs & Collis, 1982) observerer vi efter interventionen at de fleste studerende efter forberedelsesarbejdet (og altså allerede ved klasseaktiviteternes begyndelse) udviser veletableret enstrenget forståelse og en spirende flerstrenget forståelse af stoffet. Denne basisviden kan derfor bedre modnes inden den lægges til grund for klasserumsaktiviteterne der er tilrettelagt med flerstrenget og relationel forståelse som mål.

Det er et interessant spørgsmål i hvor høj grad erfaringerne fra den beskrevne intervention kan generaliseres til andre kurser. Det er vores opfattelse at det skitserede format med blanding af *flipped classroom*-forberedelse og TDS-inspirerede opgaver vil være velegnet i mange situationer hvor de studerendes forudsætninger har stor spredning idet den stilladserede forberedelse giver mulighed for at de studerende i højere grad kan opnå et tilstrækkeligt niveau inden (gruppe)arbejdet i klasseværelset

begynder, og at aktiviteterne dermed er indenfor deres nærmeste læringszone. En afgørende forudsætning er dog at de studerende rent faktisk forbereder sig som planen foreskriver idet uforberedte studerende kun vanskeligt vil kunne tage meningsfuldt del i aktiviteterne.

Den eneste konstaterede ulempe ved omlægningen er at det er meget arbejdskrævende at optage videoforelæsningserne og planlægge forberedelsesaktiviteterne. Dette arbejde er dog i nogen grad en engangsinvestering idet videoer og opgavedesign efterfølgende kan genbruges. Ressourcemæssigt er det en udfordring at omlægge et helt kursus, men vi vurderer at formen alligevel kan bruges med succes på store kurser med flere parallelle øvelseshold ved at såvel videoforelæsnings, instruktioner til forberedelsen og planer for klasserumsarbejdet udarbejdes fælles for alle hold. Ekstraarbejdet vil dermed i nogen grad blive kompenseret af at underviserne på øvelsesholdene ikke vil opleve samme behov for forberedelse af aktiviteter.

De praktiske og ressourcemæssige forhold er dog underordnede i forhold til spørgsmålet om hvordan en given gruppe studerende vil reagere på forventningen om mere forberedelse og mere aktiv involvering. I det her beskrevne projekt var reaktionen positiv, og resultatet vellykket: De studerende oplevede at deres forberedelsesarbejde var mere frugtbart, og de leverede – formentlig primært af samme grund – mere af den. De oplevede at tiden i klasserummet blev anvendt bedre hvorfor de engagerede sig aktivt og oplevede øget læringsudbytte. Hvis den heraf afledte øgede motivation er et generaliserbart resultat, har modellen et stort potentiale.

Bidrag og taksigelser

SOR designede og gennemførte interventionen og beskrev resultaterne i Rasmussen (2015) som del af Universitetspædagogikum. DER bidrog med pædagogisk-teoretisk sparring især i design- og skrivefaserne. NQ bidrog med pædagogisk vejledning gennem hele forløbet. SOR omarbejdede Rasmussen (2015) til nærværende artikel med bidrag fra DER og NQ.

SOR vil gerne takke professor Lars Ulriksen, pædagogikumprojektvejleder Kirstine Dahl og faglig vejleder Anders Svensson for råd og vejledning undervejs.

SOR vil også gerne takke kollegerne ved DIS, *Study Abroad in Scandinavia*, især Academic Director Helle Rytikønen, for at støtte projektet både i ånd og handling.

Referencer

Barnett, P.E. (2014). Let's scramble, not flip, the classroom. Lokaliseret 10. august 2016 fra *Inside Higher Ed*: <https://www.insidehighered.com/views/2014/02/14/flipping-classroom-isnt-answer-lets-scramble-it-essay>.

- Biggs, J.B. & Collis, K. (1982). *Evaluating the quality of learning: the SOLO taxonomy*. New York: Academic Press.
- Brousseau, G. (2002). *Theory of didactical situations in mathematics*. Edited and translated by Nicolas Balacheff, Martin Cooper, Rosamund Sutherland and Virginia Warfield (2nd ed.). New York: Kluwer.
- Christiansen, F.V. & Olsen, L. (2006). Analyse og design af didaktiske situationer. *MONA*, 3, s. 7-23.
- Freeman, S. et al. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), s. 8410-8415.
- Lohmann-Jensen, M. (2014). *Flipped Classroom – andet end blot en strukturel ændring af undervisningen?* IND's studenterserie nr. 37. <http://www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/studenterserie37/>.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), s. 223-231.
- Prince, M.J. & Felder, R.M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), s. 123-138.
- Rasmussen, S.O. (2015). Styrkelse af tværgående tænkning i et kursus om klimafysik gennem øget studenterinddragelse: En praktisk anvendelse af *flipped classroom* og Brousseau teori om didaktiske situationer. Universitetspædagogikum afleveret 8. august 2015. Kan rekvireres fra artiklens hovedforfatter.
- Rienecker, L., Jørgensen, P.S., Dolin, J. & Ingerslev, G.H. (2013). *Universitetspædagogik*. Frederiksberg: Samfundslitteratur.

English abstract

We describe an experiment inspired by the flipped classroom principle where traditional lecture-based teaching is replaced by a model in which students through video lectures and small exercises independently acquire the basic part of the curriculum in their preparation time, while the main part of the classroom time is spent on non-teacher-led activities inspired by Brousseau's theory of didactical situations. The students spend more time on preparation intended to directly support the classroom activities, which are organized with advanced and relational understanding as objectives. The students interact more and on more equal terms with each other and the teacher and almost all report increased learning outcomes.