

2009

Institut for Naturfagenes Didaktik

Jesper Bruun & Christine Holm

COMPUTERASSISTERET UNDERVISNING

Computerassisteret undervisning rummer en række muligheder i forbindelse med designet af undervisningsforløb og lektioner, samt evaluering af elevernes arbejde og oplevelse af undervisningen. Denne rapport er dels en dokumentation af udviklingsprojektet "Moodle JiTT" under DAnske Science Gymnasier(DASG), hvor man har arbejdet med brug af web-læringsplatformen Moodle, dels en diskussion af hvilke muligheder og begrænsninger der ligger i at bruge web-opgaver i undervisningen. Rapporten sætter desuden udviklingsprojektets problemstillinger ind i en teoretisk ramme. Fokus ligger på feedback, nye undervisningsmuligheder, samt elevs og lærers tilgang til web-læringsplatformen. Studiet anvender spørgeskemaer, videooptagelser af undervisning, samtaler med lærere og elever, samt udvalgte computerøvelser udviklet af deltagerne i projektet. Gennem projektet har lærerne udviklet en stor pulje af webbaserede opgaver. Mange af opgaverne er designet til at udvikle og teste elementære regnefærdigheder, og en mindre del omfatter også forskellige former for interaktive øvelser. Eleverne er generelt positive overfor web-opgaverne og den umiddelbare feedback de får. Lærernes mulighed for at følge elevernes præstationer opleves af eleverne fortrinsvis som positiv interesse, men har også et kontrolaspekt. Hvis opgaverne er for svære eller forbundet med kontrol og tidspres, er der en tendens til at eleverne anvender uhensigtsmæssige læringsstrategier, fx at de gætter eller skriver af efter hinanden. Der er mange videre potentialer i at udvikle den computerassisterede undervisning, fx udvikling af mere avancerede feedbackformer, så eleverne får tilbagemeldinger om hvorfor deres svar er rigtig eller forkert, ligesom der er potentialer i udvikling af interaktive øvelser, hvor alle elever kan aktiveres i udforskning af de faglige emner. Lærernes mulighed for at samarbejde på tværs af gymnasier og faggrupper ser vi som afgørende, fordi det giver mulighed for erfaringsudveksling både mht. den didaktiske brug af forskellige web-læringsobjekter, den rent tekniske del vedrørende brug af web-læringsplatformen og de faglige aspekter.

Indholdsfortegnelse

Introduktion.....	3
Teori om computerbåren læring	6
Læring og deltagelse.....	6
Web-læringssystemers brugbarhed	8
Studerendes og underviseres oplevelse af web-læring	11
Indsamling af data fra <i>Moodle-JITT</i>	12
Udviklede computerøvelser	12
Videoptagelse af undervisning	13
Elevinterviews.....	14
Lærernes udmeldinger	15
Spørgeskemaer	15
Resultater og diskussion.....	18
Indledning.....	18
Feedback.....	21
Nye undervisningsmuligheder.....	22
Elevernes tilgang til web-opgaverne	24
Web-opgaver og lærerens tidspres	26
Opsummering og afsluttende kommentarer	27
Referencer	29
Bilag	31

Introduktion

Udarbejdelsen af denne rapport bygger på, at vi har fulgt udviklingsprojektet Moodle-JiTT under DAnske Science Gymnasier (DASG) i 2008/09. Formålet var at belyse *”hvordan Moodle/JiTT konkret anvendes i faglige sammenhænge alene og sammen med matematik, hvilke læringsmæssige fordele anvendelsen indebærer, og hvilke problemer der skal tages højde for ved indføring og anvendelse af Moodle/JiTT.”* (Fra Samarbejdsaftale mellem DASG og IND, oktober 2008).

Det er ofte en udfordring at fange og fastholde studerendes interesse for de naturvidenskabelige fag i gymnasiet. Mange studerende ser naturfagene som noget der skal overkommes og som ikke er relevant for dem. Samtidig er stoffet svært, og i mange opgaver har eleverne svært ved at vide om deres tankegang er rigtig eller forkert. Forskning viser, at elevernes motivation er vigtig for deres indlæring, og motivationen afhænger af, om eleverne oplever stoffet som meningsfyldt for dem (Dolin, 2002; Ulriksen, Murning, & Ebbensgaard, 2009). Det er i den forbindelse vigtigt for eleverne, især de gymnasiefremmede¹, at de får tydelig feedback i forbindelse med forskellige undervisningsaktiviteter, så de får en fornemmelse af hvor de står og at læreren bekymrer sig om dem.

Computerassisteret undervisning rummer en række muligheder i forbindelse med designet af undervisningsforløb og lektioner samt evaluering af elevernes arbejde og oplevelse af undervisningen. Computerprogrammer kan bidrage til et alsidigt og fleksibelt læringsmiljø, hvor eleverne f. eks. kan søge information på nettet, arbejde med computermodeller af forskellig art og kompleksitet og udvikle deres viden i interaktive lektier og tests, hvor de løser opgaver og får feedback med det samme.

Vi skelner her mellem web-baseret undervisning og computerassisteret undervisning, hvor web-baseret undervisning inkluderer fjernundervisning. Hvis antallet af studerende er stort, kunne en stor del af undervisningsmaterialet være i form af opgaver og prøver på nettet. Det ville f. eks. give fordele i forbindelse med rettetarbejdet, og i forbindelse med løsning af rutineprægede opgaver. I denne rapport beskæftiger vi os kun med computerassisteret undervisning i gymnasieklasser med fokus på web-læringsobjekter. Vores fokus er på, hvordan web-læringsobjekter kan assistere den normale undervisning, hvorfor fjernundervisning og stordriftsfordele ikke berøres.

¹ Gymnasiefremmede elever er de elever, som ikke har forældre som har gået i gymnasiet.

Feedback er afgørende for elevernes læringsproces og for deres mulighed for at arbejde aktivt og engageret med faget. Det gælder alle elever, men at det erfaringsmæssigt er det særligt vigtigt og vanskeligt at give tilstrækkelig og god feedback til elever. Særligt elever med faglige vanskeligheder og/eller elever der er gymnasiefremmede eller ikke har mulighed for at få hjælp uden for skolen kan være svære at nå.

Der er behov for mange forskellige former for feedback, mundtlig og skriftlig, i klassen og i forbindelse med arbejdet med opgaver. Web-baseret feedback er bare én del, som vi mener, har nogle muligheder, der er værd at undersøge nærmere, fordi det indeholder nogle andre og nye muligheder for elever og lærere.

The screenshot shows the SYSTIME web interface. At the top left is the SYSTIME logo. At the top right, it says "Du er logget ind som Jesper Bruun (Log ud)". Below the logo is a breadcrumb trail: "Systeme-e > Kursuskategorier > Dasg fællesområde". There is a search bar with a "Start" button. Below the breadcrumb trail, there is a dropdown menu for "Kursuskategorier" set to "Dasg fællesområde". A text box contains "Område med startpakkerne - og kurset 'test, tricks og tips'". The main content area lists several start packages:

- Startpakke til biologi 2009: Startpakke til biologi udviklet i DASG/Moodle projektet 2008/2009
- Test, tips og tricks: Kun for lærere.
- Startpakke til fysik 2009: Startpakke til fysik A, B og C udviklet i DASG/Moodle projekterne 2007/2008 og 2008/2009
- Startpakke til matematik 2009: Startpakke til matematik A, B og C udviklet i DASG/Moodle projekterne 2007/2008 og 2008/2009
- Startpakke til matematik 2009 KUN OPGAVER: Startpakke til matematik A, B og C udviklet i DASG/Moodle projekterne 2007/2008 og 2008/2009. KUN OPGAVESAMLINGEN

At the bottom, there is a search bar for "Find kurser:" with a "Start" button. At the very bottom, it says "Du er logget ind som Jesper Bruun (Log ud)".

Figur 1: Nogle af produkterne fra projektet er startpakker med en mængde øvelser til fagene biologi, fysik og matematik.

Vi har fulgt projektet *Moodle JiTT* (Mengel, 2008), som er et udviklingsprojekt under Danske Science Gymnasier², hvor 23 lærere fra 10 forskellige gymnasier har eksperimenteret med at bruge en web-læringsplatform³ (Moodle, 2009) til at udvikle interaktive læringsobjekter til undervisningsbrug. Lærerne har på

² Danske Science Gymnasier (DASG) er et netværk af almene og tekniske gymnasier landet over, som gennem en række udviklingsprojekter arbejder på at udvikle undervisningen i de naturvidenskabelige fag. Se www.dasg.dk.

³ Vi bruger ordet web-læringsplatform som et dansk ord for Learning Management System (LMS). Andre synonymmer er: Knowledge MS, e-learning platforms. Med web-læringsplatform ønsker vi at understrege at

forsøgsbasis brugt disse tests i deres undervisning dels som egentlig tests og dels som en slags interaktive lektier, hvor eleverne præsenteres for og arbejder med forskellige begreber inden for et naturvidenskabeligt fag. Eleverne i de involverede klasser har valgt et eller flere naturfag selv, og derfor kunne vi forvente, at de rent faktisk er interesserede i naturfagene. Omvendt kan mange af dem måske se fagene udelukkende som adgangsgivende til den uddannelse de senere gerne vil have. Det kan endvidere stadig ses som en udfordring at fastholde interessen.

I projektet har lærerne anvendt dele af undervisningsmodellen *Just in Time Teaching* (JiTT). Denne type undervisning inkluderer, at eleverne både før, under og efter undervisningen arbejder interaktivt og aktivt med materialet. Læreren inddrager web-opgaver og computermødelser som en integreret del af undervisningen, både før, under og efter en lektion. (Novak, Patterson, Gavrin, & Christian, 1999). Læreren kan da udnytte den information han/hun får fra elevers besvarelser af online spørgsmål til at tilrettelægge næste del af undervisningen. Ved at lave en prælektionstest, kan læreren f. eks. afdække nogle af de problemer eleverne måtte have med stoffet, så hun kan indrette lektionen efter dem.

Vi mener, at fællesskabet og netværket mellem en række lærere på tværs af skoler, er vigtigt for dette projekt. Udvikling af web-baserede opgaver, afprøvning og undersøgelse af didaktiske muligheder bør ske i et fællesskab, hvis der skal udvikles en tilstrækkelig masse af opgaver og en fælles bevidsthed om hvad der virker og hvorfor.

Denne rapport er dels en dokumentation af, hvor deltagerne i *Moodle JiTT* projektet står mht. til brugen af web-læringsobjekter og -platforme, dels en diskussion af hvilke muligheder og begrænsninger der ligger i at bruge disse objekter og platforme i undervisningen.

Fokus ligger på fire områder:

- Feedback – hvilken feedback lærerne giver i forbindelse med undervisning der inkluderer web-læringsplatformen?
- Nye undervisningsmuligheder – hvilke muligheder giver web-læringsplatforme, som ikke kan understøttes uden?
- Elevernes tilgang til web-læringsobjekterne – hvordan arbejder eleverne sammen og alene?
- Lærernes oplevelse af web-læringsplatformen og den tilhørende arbejdsgang – hvilke fordele og ulemper oplever lærerne i brugen af web-læringsplatformen?

Vi har valgt disse fire fokuspunkter, fordi vi mener at de hører under de generelle formål, som vi citerede i første paragraf ovenfor. Vi har observeret og analyseret eksempler på konkrete anvendelser. Her er det naturligt at fokusere på feedback, fordi en af de åbenlyse egenskaber ved web-opgaver er, at de giver umiddelbar feedback. Mange af web-opgavernes fordele kommer til udtryk i de nye undervisningsmuligheder som lærerne ser i dem og rent faktisk anvender. Både fordele og begrænsninger afhænger i høj grad af elevernes tilgang til undervisning med web-opgaver, og det er én af grundene til at vi også vælger at fokusere på elevernes egen oplevelse.

undervisningsredskabet kun virker via web, at det handler om læring, og at det er en platform som lærere kan anvende på mange forskellige måder.

Rapporten er struktureret omkring disse fire områder og tilhørende spørgsmål. Først gennemgår vi litteratur der relaterer til disse områder. Dernæst forklarer vi, hvordan fokusområderne kommer til udtryk i vores dataindsamling, og i resultatafsnittet fastholder vi de fire fokusområder under separate overskrifter.

Teori om computerbåren læring

En web-læringsplatform kan karakteriseres ved, at den tillader undervisere at oprette og udnytte forskellige objekter, som eleverne kan interagere med. Det kan være et diskussionsforum, en fælles brainstorm, en interaktiv lektie, en test, et spørgeskema, en rapportaflevering, en interaktiv animation og meget andet. Vi kalder sådanne objekter for web-læringsobjekter. Alt efter hvilken type objekt, eleverne arbejder med, kan forskellige arbejdsformer og tilgange være hensigtsmæssige. Hvis en test skal være brugbar som evalueringsredskab anvendt på den enkelte elev, må eleverne for eksempel ikke arbejde sammen om dem.

Omvendt kan elever i diskussionsgrupper af 2-3 stykker, der arbejder sammen om at udforske en interaktiv computermodel (Bruun, 2008), i nogle tilfælde lære mere end hvis de var alene. I det hele taget tyder megen forskning indenfor den sociokulturelle retning af konstruktivistisk undervisningsvidenskab, at læring og deltagelse hænger uløseligt sammen (Hrastinski, 2009; Wenger, 1998; Vygotsky, 1978). Det er også muligt at anskue web-læringsplatformes muligheder ud fra en kognitiv synsvinkel, hvor fokus er på den enkelte elevs mentale modeller. Vi har dog ikke haft mulighed for at undersøge dette, og vi vil derfor ikke gå i dybden med denne mulighed.

Læring og deltagelse

Det er muligt at beskrive de sociokulturelle teoriers (Wenger, 1998; Vygotsky, 1978) syn på indlæring som en følge af informationsudveksling i netværk af deltagende individer. Hvis eleverne i en klasse deltager aktivt i undervisningen, vil de formentlig lære noget. Aktiv deltagelse fordres dels af de sociale bånd mellem klassens elever og dels af det didaktiske og pædagogiske miljø læreren sætter op (Bruun, 2008).

Med udgangspunkt i især Wengers (1998) teorier om deltagelse og læring, har Stefan Hrastinski (2009) opstillet fire hovedkarakteristika for web-læring og deltagelse (Hrastinski, 2009, *vores oversættelse*):

- (1) *Deltagelse er en kompleks proces, der involverer at tage del i og fastholde forbindelser med andre.* Processen involverer mekanismer som gensidigt påvirker hinanden. De er af både social og faglig art. I en Moodle JiTT gymnasieklasse ville det kunne komme til udtryk i en online del (elever kommunikerer om opgaver via nettet), en ren klassedel, og en kombination (f. eks. chat mellem grupper og samarbejde i grupper).
- (2) *Deltagelse støttes af fysiske og psykologiske værktøjer.* Computerens programmer ses her som fysiske værktøjer, mens måden objekterne bruges på, f. eks. lærerens brug af opgaverne, er psykologiske værktøjer.

- (3) *Deltagelse er ikke ensbetydende med at tale eller skrive.* Dette karakteristikum handler om det som en person tænker og ikke udtrykker. Personen kan godt deltage, selvom vedkommende ikke taler i klassen eller skriver på nettet. Vi vil gerne ændre dette punkt til: *Deltagelse involverer enten fysiske handlinger eller aktiv refleksion.* Vi vil for det første gerne have et brugbart kriterium for, hvornår man deltager, og også distancere os fra tale eller skrift som de eneste handlemuligheder. Handlinger kan især med web-teknologi, også inkludere manipulation med objekter, gerne via musen. Det er vanskeligt at vurdere, hvornår en elev reflekterer aktivt uden eleven kommunikerer med omverden. Det kan være muligt at observere, at en elev *har* reflekteret aktivt i f. eks. en gruppediskussion. Her kunne en indikator på aktiv refleksion være at eleven har været stille i lang tid, mens resten af gruppen har diskuteret, for pludselig at udtrykke en værdifuld indsigt.
- (4) *Deltagelse støttes af alle former for engagerende aktiviteter.* Udfordringen ligger netop i at finde web-baserede aktiviteter, som kan engagere eleverne i en given klasse.

Det er slående, at ingen af disse karakteristika udelukkende beskriver web-aktiviteter. De kunne lige så godt

EKSEMPLER PÅ DE FIRE HOVEDKARAKTERISTIKA

I denne tekstboks illustrerer vi de fire hovedkarakteristika for web-læring, som vi forstår dem i en klassesituation.

(1) Deltagelse er en kompleks proces, der involverer at tage del i og fastholde forbindelser med andre. *Optagelser af undervisningssituationer, hvor eleverne skulle løse web-opgaver i et undervisningsmodel, viser, at de typisk former grupper der diskuterer opgaverne og deres løsning. Grupperne blev dannet selvom læreren ikke direkte opfordrede til det. Eleverne vekslede mellem selv at arbejde med opgaven og diskutere opgaverne med andre elever. Der var også til tider kommunikation på tværs af grupperne og direkte til læreren, f. eks. hvis én af opgaverne driller. Det var ikke klart hvad der udløste kommunikation.*

(2) Deltagelse støttes af fysiske og psykologiske værktøjer. *Mange elever ser ud til at blive engageret af computerværktøjerne. Vore optagelser af undervisningstimer viser, at elever aktivt bruger programmet TI-Interactive som støtte når de løser web-opgaverne, og samtidig at web-opgaverne for nogle ser ud til at være en vej ind i opgaver om naturfag. Lærerne kan f. eks. gøre sig overvejelser om, hvordan de bruger web-opgaver med forskellige sværhedsgrader for at lave undervisningsdifferentiering. En lærer skriver i evalueringen: "En ny brug i forhold til sidste år er opgaveregning timerne. Især i store klasser aflaster det mig, giver mig mulighed for at koncentrere mig om de elever, som har problemer, mens de dygtige får udfordringer ved hjælp af progression i opgaverne."*

(3) Deltagelse involverer enten fysiske handlinger eller aktiv refleksion. *I eksemplet (1) kunne eleverne i nogen tid arbejde enten aktivt (f. eks. klikke, regne el. taste), eller kigge i længere tid på skærmen uden at gøre noget. Det betød dog ikke, at de ikke deltog. En elev stirrede f. eks. i nogen tid på en skærm der viste et regneark med en fysikmodel, for derefter at diskutere med sine kammerater og indtaste et svar i den tilhørende web-opgave.*

(4) Deltagelse støttes af alle former for engagerende aktiviteter. *Det var gennemgående for flere interviews, at eleverne lyste op, når snakken drejede over i aktiviteter i undervisningen, som de synes var spændende. De husker og forklarer mange detaljer, også selvom forløbene lå langt tilbage.*

beskrive et klasselokale uden computere. Det vidner om, at web-baseret læring er underlagt de samme kriterier, som al anden læring. Det interessante er hvordan web-baserede aktiviteter kan bidrage til elevernes aktive deltagelse i undervisningen. Dog er der som regel tekniske hurdler som skal overstås, inden lærere og elever kan bruge web-læringssystemer og objekter i undervisningssammenhænge. Se *Web-læringssystemers brugbarhed*.

I alle interviews har vi spurgt eleverne, hvad de gør, hvis de ikke kan finde ud af en opgave. Enten gætter de, ellers spørger de deres klassekammerater, eller også spørger de læreren. Læreren kan give dem et skub i den rigtige retning, og for de sværeste opgaver udtrykker flere af de interviewede elever et ønske om at få løsningsmetoderne gennemgået. En pige fra en 2g fysik-klasse siger:

Der er helt klart brug for at læreren kommer bagefter og samler op på, hvad var metoden til denne her opgave. For nogle gange sidder man og gætter sig lidt frem. Så får man til sidst det rigtige svar.

Hvis eleverne ikke når at få lærerens eller andre elevers hjælp, kan de føle sig nødsaget til at gætte – med et reduceret læringsudbytte til følge. Hvis eleverne gennem deres arbejde med opgaven er blevet motiveret til at forstå metoden til løsningen, kan en klassegennemgang få større gennemslagskraft, end hvis eleverne ikke havde denne motivation. Hvis web-opgavernes umiddelbare rigtig/forkert feedback tillader eleverne at komme i gang, kan de i nogle tilfælde være at foretrække frem for papiropgaver, der ikke giver feedback. Web-opgaverne tillader her at eleverne hurtigt afsøger forskellige tankegange og får at vide om det er rigtigt eller forkert.

Allerede her kan vi ane en vigtig pointe i arbejdet med computerbåren undervisning: Ligesom i al anden undervisning er det vigtigt for læreren at tænke over hvilke pædagogiske, didaktiske, og faglige virkemidler han/hun bruger til at engagere eleverne.

Web-læringssystemers brugbarhed

Der findes studier i hvor brugbar undervisning der anvender web-læringssystemer er når det gælder om at udvikle elevernes individuelle, faglige evner. Web-læringssystemer inkluderer selve platformene og deres anvendelighed og de læringsobjekter, som indlejres eller bruges i øvelser og lektier under platformene.

En del studier beskæftiger sig med, om der er forskel på hvor godt elever tilegner sig viden og færdigheder når de løser webopgaver kontra normale papiropgaver. Bonham et. al (2001) lod en lærer undervise 2 hold i det samme stof på samme måde. Begge hold regnede på standardopgaver fra lærebogen. Det ene hold afleverede hjemmeopgaver på papir til en undervisningsassistent, som rettede dem og gav skreven feedback. Det brugte han 15-20 timer om ugen på.

Det andet hold løste de samme opgaver, men som en web-opgave, hvor de skulle indtaste det endelige resultat i en web-formular, som kunne registrere det. I begge tilfælde var svarene tal. Resultatet var, at der ikke var nogen nævneværdig forskel på, hvor godt de studerende klarede sig, på nær i scoren på hjemmeopgaver. De elever som afleverede via web, fik en signifikant højere score, og de brugte også mere tid på deres hjemmeopgaver. Med alt andet lige, var der overordnet set meget lille forskel på det observerede læringsudbytte mellem de to former for opgaveløsning. En vigtig elevholdning der nævnes i artiklen er, at webopgaverne giver eleverne feedback med det samme. Bare det at de får at vide, om det er rigtigt eller forkert synes at være nok.

Også et studie fra et datalogikursus på universitetsniveau giver lignende resultater. Her var der ingen forskel på hverken de endelige eksaminer eller på frafaldet mellem grupper af studerende som havde henholdsvis fået normal undervisning og web-undervisning. (Korhonen, Malmi, Myllyselkä, & Scheinin, 2002).

I forhold til lærerne i projektet peger dette studie på, at de kan spare tid på at rette nogle typer af opgaver, hvis de bruger web-opgaver. Hvis de benytter sig af allerede eksisterende opgaver, kan de også spare tid her. De kan nu bruge den vundne tid til at sætte ind, der hvor de for alvor kan gøre en forskel for eleverne. Som en lærer i et interview udtrykker det:

Netop det der med at de kan se, at det er rigtigt, så slipper jeg for at skulle rundt til 20 elever og sige: "Ja, det er rigtigt!" Så har jeg frigivet noget til at gå rundt og hjælpe dem de siger: "Hvorfor er det her forkert?" Sådan så man ligesom får effektiviseret den der løben rundt i lokalet, når de sidder og regner opgaver.

I et matematikkursus (N=122, 75 % kvinder, 18-20 år gamle) for biologistuderende på et fransk universitet tegnede der sig dog et lidt andet billede (Macedo-Rouet, Ney, Charles, & Lallich-Boidin, 2009). Til forskel fra de to ovennævnte studier, testede Macedo-Rouet *et. al* ikke et helt kursusforløb, men kun elevernes kunnen indenfor differentialligninger. De havde lavet en enkeltstående test, som kunne besvares ved brug af tre forskellige værktøjer. Det første værktøj var papirnoter med testen i papirform. Det andet værktøj var en eksisterende og tidligere benyttet hjemmeside, hvor både noter og test lå. Det sidste værktøj var en nydesignet hjemmeside, som skulle overholde gængse standarder design af websider (Nielsen, 2009). Mens der ikke var nogen forskel på de to hjemmesider, viste det sig, at papirtesten gav meget bedre testresultater.

Ifølge researchgruppen kan dele af forklaringen hentes i at websiden gav en større kognitiv belastning hos de studerende: Det er simpelthen nemmere at læse og bruge papir. Eleverne i vores undersøgelse har også flere gange givet udtryk for, at de har tekniske problemer med web-læringsplatformen Moodle. Samtidig synes de ikke, at den er æstetisk tiltalende. Hvis eleverne har problemer med at forstå, hvad de skal og hvis de ikke kan lide at være inde på hjemmesiden, kan deres opmærksomhed rettes væk fra det de egentlig skulle lære om. Vi kommer ikke videre ind på design af hjemmesidens og web-opgavernes æstetik og brugervenlighed, men vi vil påpege, at det ikke er uvæsentlige elementer.

Det er velkendt at tekster til nettet bør være kortere og anderledes præsenteret end papirtekster (Nielsen, 2009), men der kan også være andre årsager til, at papirformatet hos Macedo-Rouet *et. al* (2009) virkede bedst. De studerende havde ikke et helt kursus til at vænne sig til at løse web-opgaver, og de anvendte web-opgaver inkluderede ingen øjeblikkelig feedback. Det sidste regnes ellers for en af styrkerne ved web-opgaver, hvilket også kommer til udtryk hos elever og lærere i vores aktuelle studie af *Moodle – JITT* – projektet.

Den øjeblikkelige feedback kan enten være i form af information om hvor rigtigt svaret er, eller det kan være mere righoldigt og tage hensyn til hvad eleven har svaret. Det kan have en hæmmende effekt på studerendes læring, hvis den øjeblikkelige feedback og opgaven som helhed ikke fordrer refleksion. Pascarella (2004) undersøgte problemløsningsstrategierne for 9 studerende fra et introducerende 1.års fysikkursus i USA. Kurset havde i alt 515 deltagere og varede i et semester. Halvdelen af de studerende fik

fra kurset start udelukkende opgaver med papir og blyant, mens den anden halvdel kun fik web-opgaver. Halvvejs gennem semesteret blev der så byttet om på opgavetyperne. Web-opgaverne havde øjeblikkelig feedback af rigtig/forkert karakter, mens papiropgaverne var traditionelle (hjemmearbejde, klassegennemgang). Opgaverne var i øvrigt identiske. 9 studerende blev optaget på video og blev bedt om at tænke højt, når de løste opgaverne. Ud fra en analyse af videoerne, kunne Pascarella opstille 2x2 typer af opgaveløbere. Se Tabel 1.

Strategier	Web	Papir
Tænk	Læser spørgsmålet og tegner en tegning. Identificerer hvilken ubekendt de skal finde og planlægger hvordan de kan bruge relevante fysiske koncepter til at give dem de nødvendige ligninger. Resultat indtastes web-opgavens svarfelt. Hvis resultatet er korrekt, gås omgående videre til næste opgave. Hvis ikke forsøger de at ændre i deres strategier.	Som en webtænk, men med følgende ændring i sidste fase: Når de har det endelige svar, evaluerer de rimeligheden svaret. Giver det mening, er det muligt?
Gætter	Læser spørgsmålet og går til noterne for at finde en ligning der indeholder den ubekendte, opgaven spørger til. Isolerer for denne størrelse og sætter talværdier ind. Fra lommeregneren indsætter de direkte i opgavens svarfelt. Hvis korrekt, går de direkte videre til næste opgave. Hvis forkert søger de en ny formel der indeholder den ubekendte, eller sammenligner opgaven med udledningen af den formel de brugte.	Indtil indtastning af svaret, er strategien den samme her. Men siden papirgættene ikke har mulighed for at checke deres svar, går de direkte videre til næste opgave, når de har et svar.

Tabel 1: Inddelingen af regnestrategier i Pascarellas studie.

Studiet viste, at det ikke var sikkert, at papirtænkere blev web-tænkere, eller at web-gættene blev papirgættene. Selvom nogle af de studerende forblev enten gættene eller tænkere på tværs af medier, skiftede tre fra at være papirtænkere til at være webgættene og en fra at være webgætter til at være papirtænkere. Siden studiet kun omfattede 9 studerende er det ikke muligt at generalisere til hele populationer. Men inddelingen i tænkere og gættene, kan være nyttig, og det er måske muligt at fordre mere web-tænkning med en dybere feedback. Men det kan også ses som et signal om at web-opgaver kan have tendens til at fremme en gætte-strategi, hvor man forsøger sig frem. Derfor bør både opgaver og underviser formentlig støtte op om, at eleverne reflekterer over egne løsninger, i den udstrækning det er det væsentlige. Det kræver sandsynligvis tilvænning at blive bruger af web-opgaver.

Dette er blot et udpluk af mange studier der forsøger at sammenligne papir-opgaver med web-opgaver. Vi vil fastholde, at det primære fokus for en underviser bør være at lave opgaver og forløb, der engagerer de studerende. Papiropgaver og web-opgaver kan forskellige ting, og en af de vigtige forcer ved web-opgaver ser ud til at være, at de kan bruges til at træne standardopgaver, såfremt der gives feedback. En af lærerne forklarer i evalueringsspørgeskemaet, at hun har vekslet mellem papir- og web-opgaver:

En kombination af web- og papir-aflevering i skriftlige afleveringer giver også mulighed for variation, og jeg kan bruge mere tid på at rette de opgaver, der er afleveret på papir.

Læreren har her givet eleverne en skriftlig aflevering, hvor træningsopgaverne var web-opgaver. I papiropgaverne skulle eleverne give udtryk for, hvordan de tænkte, hvilket læreren hellere ville bruge tid på at evaluere end eventuelle regnefejl.

Vi mener at det er meget relevant om kvaliteten af feedback er vigtig for elevernes udbytte. I et kemikursus for fremtidige farmaceuter og læger, forsøgte researchere at designe web-opgaver med meget righoldig feedback. Spørgsmålene var ofte af multiple choice karakter, men kunne godt kræve at de studerende lavede beregninger. Underviserne havde designet svarmulighederne, så de passede med normale misforståelser indenfor kemien, og feedbacken blev designet så den adresserede denne misforståelse. Forsøget testede blandt andet om der var forskel på web-opgaver og papiropgaver, og inddelte de studerende i to grupper som enten kun havde web-opgaver eller papiropgaver (Cole & Todd, 2003). Heller ikke her fandt de frem til at web-opgaver og papiropgaver gav forskelligt udbytte, mens tests i matematik og logisk tænkning før kurset så ud til at have en betydning for elevernes slutresultater. En meget vigtig fejlkilde synes dog at være, at de forskellige grupper, som blev testet ikke var isolerede. Mange papirstuderende rapporterede, at de kiggede på venners web-opgaver for at få feedback.

Der synes ikke at være belæg for at computerassisteret undervisning i sig selv er bedre end almindelig undervisning. Kvaliteten af computerassisteret undervisning afhænger af, hvordan computerne inddrages. Samtidig ser det også ud til at være svært at finde studier der beskæftiger sig med niveauer der svarer til det danske gymnasiale niveau. Det tyder dog på, at kombination af forskelligartet undervisning kan have en positiv indflydelse på gymnasieelevers udbytte af undervisningen (Bruun, 2008). Der synes ikke at være megen forskning i, hvilken indflydelse interaktive computermodeller isoleret set har på elevernes udbytte af undervisningen.

I vores studie at projektet *Moodle- JITT* har vi ikke analyseret de enkelte elevers udbytte og læringsstrategier, da vi ikke har haft adgang til et kontrolleret sæt elever gennem længere tid. Det synes dog fornuftigt at holde den ovenstående gennemgang af andre undersøgelser resultater in mente, når vi analyserer de fire fokuspunkter nævnt i introduktionen.

Studerendes og underviseres oplevelse af web-læring

Fælles for studierne ovenfor er, at de studerende som udsættes for web-opgaver og web-båren undervisning i det hele taget, er tilfredse med det. I kemistudiet (Cole & Todd, 2003) fremhæves at der er forskel på hvordan gode og mindre gode studerende opfattede webopgaverne. De gode studerende udtrykte at de var ligeglade med om de blev udsat for web-båren undervisning, mens de mindre gode

studerende udtrykte at de var glade for web-båren undervisning. Det gælder også i vid udstrækning de studerende vi har interviewet i vores undersøgelse.

Erfaringsmæssigt er der forskel på, hvordan drenge og piger benytter computere. Drengene synes at være mere vant bag computeren, hvilket også kommer til udtryk i andre (Hakkarainen & Palonen, 2003 & Macedo-Rouet, Ney, Charles, & Lallich-Boidin, 2009). Vi vil dog ikke på baggrund af vores materiale udtale os om kønsforskelle i de deltagende klasser.

Endelig vil vi nævne, at det ser ud til at øget interaktivitet i web-læringsobjekter (programmer, der kunne bruges til at arbejde med specifikke emner) også øger de studerendes lyst til at lære om det emne, som objektet beskæftiger sig med. I et kursus for tandlægestuderende i Canada, undersøgte Salajan *et. al* (2009) hvilken indflydelse interaktiviteten af tre læringsobjekter havde på de studerendes læringsoplevelse og brug. Det viste sig – måske ikke overraskende – at jo mere interaktivt, desto mere brugte de studerende det. I dette studie var brugen frivillig, og de studerende brugte objekterne til at læse til eksamen, som supplement til forelæsninger, og som reference gennem hele semestret.

I vores undersøgelse kan vi også se denne tendens. Flere elever fortalte levende om de øvelser, de oplevede som interaktive. Se f. eks. afsnittet *Elevinterviews* nedenfor eller i boksen *Case 1: Computerassisteret Energiforløb*.

Indsamling af data fra Moodle-JiTT

Vi har fulgt projektet i et år og været med til flere workshopdage. Omkring 20 lærere har været involveret med minimum en klasse hver. Vi har indsamlet data på mange forskellige måder, fordi vi har ønsket at finde ud af læreres og elevers holdninger og brug af både computerøvelser og den konkrete platform. Det faglige fokus ligger på fysik og matematik, da det primært er til disse to fag der er blevet udviklet øvelser. Vi har

- analyseret udvalgte computerøvelser der er blevet udviklet og brugt i forbindelse med projektet
- lavet videooptagelser af undervisning der involverede web-læringsobjekter
- lavet videooptagelser af elevinterview
- haft samtaler med involverede lærere
- været med til at udvikle og analysere svar fra et spørgeskema til lærerne

Udviklede computerøvelser

Vi har haft mulighed for se de øvelser, som lærerne har brugt og udviklet. Spørgeskemaundersøgelsen (se afsnittet *Spørgeskema* nedenfor) viser, at mange lærere har anvendt præudviklede øvelser i undervisningen, men en del af dem har også udviklet egne øvelser. Vi har således mulighed for at analysere øvelsernes form, indhold og feedback.

Platformen Moodle giver mulighed for at lave opgaver med forskellige svarmuligheder. De mulige opgavetyper er

- Multiple choice. Opgaven har et spørgsmål, og eleverne kan vælge en eller flere svarmuligheder.
- Matchopgaver. Eleverne skal matche forskellige udtryk. Det kunne for eksempel være at matche bogstaver der repræsenterer fysiske størrelser med de korrekte enheder.

- Talopgaver. Opgaver hvor svaret er et tal. Det er muligt at lave disse opgaver, så der genereres forskellige talværdier for hver elev.
- Ligningsopgaver. Et spørgsmål, hvor svaret er en ligning, eller et matematisk udtryk. F. eks.
$$y = ax + b$$
- Tekstopgaver. En opgave, hvor svaret er en eksakt tekst.
- Essayopgaver. En opgave, hvor svaret er en længere tekst eleven skal skrive. Her kan programmet ikke give automatisk feedback baseret på tekstens indhold.
- Andet. Ekspertbrugere af platformen Moodle udvikler løbende nye opgavetyper. Vi har dog ikke behandlet andre end de ovenstående i dette studie.

I bilagene (FigurBilag 1-3) er nogle eksempler på de forskellige typer af opgaver⁴. Moodle giver mulighed for at give righoldig feedback som Cole & Todd (2003) gjorde i deres kemikursus: Der er mulighed for at give feedback både når eleven vælger en bestemt svarmulighed og en generel feedback, når spørgsmålet er besvaret. Endelig er det muligt at give feedback på den overordnede karakter for en quiz. Den sidste type feedback kan bruges til at guide elever gennem et forløb, der kan adressere forskellige misforståelser eller udfordre dem på deres niveau. Se afsnittet *Afsluttende kommentarer*.

Videoptagelse af undervisning

Vi har optaget dele af tre undervisningssessioner på video. Fælles for dem er, at web-læringsplatformen Moodle er blevet brugt til forskellige opgaver. De tre undervisningssessioner var:

1. Matematik for en 1.g. Det faglige indhold var rentesregning. Først gennemgik læreren det relevante stof, hvorefter eleverne arbejdede i grupper om besvarelser af web-opgaver. Eleverne selvorganiserede i løse grupper både i og uden for klasselokalet. De havde adgang til grupperum eller åbne pladser, efter eget ønske.
2. Fysik for en 2.g. Det faglige indhold handlede om nyttevirkningen af blandt andet en el-kedel og en solcelle. Eleverne løste først en række opgaver om nyttevirkning. De blev løst på elevernes egne pc'er, og de selvorganiserede i løse grupper begrænset af klasselokalets indretning. Der var ikke faste grupper, og bordene blev ikke flyttet rundt. Eleverne brugte programmet TI-Interactive til at regne på opgaverne, og tastede svar ind web-opgaven. Efterfølgende lavede læreren en klasse gennemgang på et smart-board, så eleverne kunne hente noter fra tavlen via nettet. Sidste del af lektionen skulle have været et forsøg og endnu en web-opgave, men tekniske problemer kom i vejen for udførelsen.
3. Fysik for en 3.g. Det faglige indhold var radioaktivitet og henfaldskæder. Eleverne havde fået en lektie for som inkluderede forståelsesspørgsmål om teksten. I timen gennemgik læreren først hvordan eleverne kunne bruge et regneark til at lave en computermodel. Herefter skulle eleverne arbejde med en modificeret model. Det var en af de sidste timer i fysik, eleverne skulle have dette år, og der var et ringe elevfremmøde samt elevdeltagelse.

I alle tilfælde observerede vi undervisningen med et kamera. Vi forsøgte ikke at fange hele undervisningen. Videomaterialets formål var fra at finde eksempler på elevernes arbejde med web-læringsystemet, så vi kunne sætte dem i relation til elevernes egne udsagn. Derudover kunne videomaterialet bruges til

⁴ Eksemplerne er selvfølgelig ikke fyldestgørende. Vi anbefaler, at interesserede læsere retter henvendelse til Morten Brydensholt (mb@jitt.dk) for yderligere information.

dokumentation af nogle få eksempler på, hvordan lærere har brugt web-læringsystemet i deres undervisning.

Elevinterviews

Vi har været på 6 sciencegymnasier og interviewet 32 elever i grupper af 3-5. I nogle tilfælde har vi fået én gruppe repræsentanter fra klassen, andre steder har vi fået flere grupper fra samme klasse og i et enkelt tilfælde har vi en lærerstyret klassediskussion. Alle elevsamtaler er optaget på video.

Elevinterviewene var semistrukturerede. Vi tog udgangspunkt i nogle prædefinerede, generelle spørgsmål, men forsøgte at følge op i den retning eleverne svarede. På den måde håbede vi på dels at indfange holdninger og oplevelser fra nogle af de samme områder hos forskellige grupper, samtidig med at vi tillod de individuelle elever at komme med deres egne input. De hovedområder, vi stillede spørgsmål indenfor var:

- Lærerens brug af web-læringsplatformen i undervisningssammenhænge
- Elevernes tilgang til arbejdet med web-læringsobjekter
- Elevernes refleksioner over egen læring og motivation
- Elevernes kommentarer til design og brugervenlighed af web-læringsplatformen Moodle

Følgende eksempel illustrerer, hvordan et interview udviklede sig⁵:

I denne del af interviewet snakker vi om, hvilke typer af opgaver eleverne kan huske. I er interviewer, D1 og D2 hhv. dreng 1 og dreng 2, mens P er pigen:

I: Hvilke emner har I haft quizzer om?

P: Skal vi tage det hele fra en ende af?

I: Ikke nødvendigvis, bare det der kommer først.

D1: Lys, bølger

D2: Lyd, varme, effektivitet, radioaktivitet, metaller, hastigheder, fart, dopplereffekt.

Pige (lyser op): Nåh, ja! Hun har også lavet sådan nogle små Java-ting. (Forklarer levende og detaljeret om en Java-applet der handler om Dopplereffekten)

I: Okay! Fortæl lidt om dem

Pigen fortæller levende og meget detaljeret om den konkrete Java-applet¹. Snakken gik herefter videre over til andre Java-appletter, som eleverne har været udsat for.

I det ovenstående eksempel var det første spørgsmål fra interviewer et fast spørgsmål til alle eleverne. Det andet input fra interviewer var også fast, hvis eleverne udviste tvivl. Det tredje input var netop

⁵ Alle udtalelser fra interview, som vi refererer til er blevet bearbejdet sprogligt til det skrevne medie, medmindre der er en specifik pointe med at vise den konkrete mundtlige formulering. Der er altså ikke tale om ordrette citater.

indrettet på at fiske efter de eksempler som eleverne selv synes var spændende. Som det ses remser de bare op til at starte med, men i det øjeblik snakken falder på noget de synes er interessant, lyser de op og har meget mere lyst til at snakke. Dette var en af de variable størrelser i alle interview, nemlig at finde noget som eleverne ville snakke om og som samtidig var relevant for dette studie. I de andre kategorier havde vi lignende strategier.

Lærernes udmeldinger

I forbindelse med projektet har vi deltaget i workshops, hvor lærerne skulle lære at bruge Moodle. Her har vi dels fulgt med i undervisningen og dels i lærernes deltagelse. Derudover har vi haft samtaler med enkelte lærere om deres brug af Moodle. Endelig har vi haft adgang til en konference under SkoleKom⁶, hvor vi har kunnet følge læreres erfaringsudvekslinger og spørgsmål til hinanden. Den information vi har fået fra disse udmeldinger bruger vi som hjælpemateriale, der kan bidrage til forståelsen af elevers og læreres udmeldinger. Somme tider anvender elever og lærere en jargon, som de har udviklet lokalt i klassen eller i projektgruppen i arbejdet med Moodle.

Undtagelsen er to interviews, som vi har foretaget med to lærere. Det ene er optaget på video, mens det andet udelukkende er dokumenteret ved noter. Disse to interviews blev udført som semistrukturerede interviews i stil med de som eleverne blev udsat for. Vi har brugt de to interviews til de to bokse, *Case 1: Computerassisteret Energiforløb* og *Case2: Web-opgaver til repetition*.

Spørgeskemaer

Tovholderne for projektet udsendte hen mod slutningen et elektronisk spørgeskema, som vi var med til at udvikle. Spørgeskemaet indeholdt 20 spørgsmål, som var en blanding mellem multiple choice og essayspørgsmål. 17 lærere i alt valgte at svare på spørgeskemaet. Deltagerlisten fra sidste workshop indeholdt 17 navne udover vores, og vi går ud fra at alle der var på sidste workshop også har svaret på spørgeskemaet. Ifølge selvsamme deltagerliste havde projektet 21+3 deltagere tilknyttet. De 3 deltagere har fungeret som undervisere på workshops. Svarprocenten er derfor på 67 %.

Efter at have brugt web-baseret undervisning til et forløb om energiformer (*Case 1: Computerassisteret Energiforløb*), gav en af de deltagende lærere sine elever et spørgeskema. Spørgsmålene er givet i tabeller i bilagene. Læreren havde i undervisningsforløbet, der handlede om energi valgt at fortælle en historie og inddrage fysikkoncepter, som historien skred frem kapitel for kapitel. Teksten kunne både læses og aflyttes på den tilhørende hjemmeside. Kapitlerne havde knyttet forskellige opgaver til sig: kropslige øvelser, web-opgaver, eksperimenter, regneopgaver og interaktive computermodeller. 20 ud af 27 elever svarede på spørgeskemaet.

Spørgsmålene og de kvantitative besvarelser er givet i bilagene.

⁶ Konferencen hedder Læringsstrategier, og det er en undergruppe til DASGs hovedgruppe.

CASE 1: COMPUTERASSISTERET ENERGIFORLØB

"Vi udforskede lige pludselig alle steder, hvad der skete og hvor han var henne og sådan noget ... så havde vi noget vi kunne snakke om."- om brugen af en interaktiv computerøvelse.

"Jeg tror det giver et bedre billede og en bedre forståelse af, hvordan tingene egentlig hænger sammen, fordi man ligesom selv for lov til at lege med det."

"Der er lidt selvdisciplin med, at vi kom ud i grupper, og så var det éns egen opgave at få noget ud af det. Der var måske nogle der synes det var sjovt bare at skyde ham der skateren ud af banen, i stedet for at se hvad der skete."

De to citater handler om læringsudbyttet for samme interaktive computerøvelse.

Citaterne ovenfor er fra elever som deltog i et forløb om energi. Forløbets materiale var kun tilgængeligt på nettet. Teksten var udformet som en fortælling om en pige som var ude på en køretur. I teksten inddrages fysikrelevante begreber i forbindelse med forskellige handlinger som pigen gør. Læreren havde indtalt teksten på en lydfil dels for at imødekomme forskellige læringsstilarter og dels for at gøre det nemmere for eleverne at "læse" lektionen i en travl hverdag.

Udover selve teksten indeholdt hjemmesiden en række øvelser, både regneopgaver, simple kropslige øvelser, og laboratorievejledninger. Forløbet havde også afleveringer i web-læringsplatformen Moodle, og eleverne skulle også arbejde med interaktive computermodeller, hvoraf den ene, *Energy Skate Park*, handlede om mekanisk energi i forskellige tyngdefelter.

I forløbet brugte læreren primært Moodle til at lave standardopgaver. Klassen bestod af elever der dyrkede sport på et højt plan. De var dels vant til at røre sig meget og dels vant til konkurrenceelementet. Web-opgaverne indeholder også et konkurrenceelement, fordi web-læringsplatformen tæller sammen hvor mange korrekte svar eleverne har. Hvis de bruger flere forsøg på at svare rigtigt, trækkes der point fra, og derfor kan eleverne "vinde" hvis de bruger få forsøg på at svare rigtigt.

Citaterne ovenfor handler om java-appletten, *Energy Skate Park*. Den illustrerer relationer mellem kinetisk, potentiel og varmeenergi. Brugeren har mulighed for at ændre mange parametre, så som nulpunkt, tyngdeacceleration, gnidningskoefficient, og banens udformning. Udover at se, hvordan skateren bevæger sig, kan eleverne måle afstande direkte på skærmen, og de kan se grafer der viser energi som funktion af tid og sted samt forskellige energitypers størrelse.

Eleverne skulle løse konkrete opgaver med java-appletten, men de var ikke udformet som web-opgaver. Mange af opgaverne går ud på at beskrive hvad der sker, når de laver en ændring. Her giver web-opgaver ikke noget ekstra, fordi der ikke er mulighed for automatisk at evaluere om elevernes svar er rigtigt/forkert. Det er op til læreren at vurdere.

Hvis computermodellen står alene, afhænger elevens engagement af, om de synes den er sjov, mens opgaver hvor eleverne skal bruge computermodellen i besvarelsen kan blive fagligt relevante. Ifølge de udsagn vi har fra eleverne, har nogle elever taget opgaverne til sig, mens det har krævet for meget selvdisciplin fra andre. Nogle af opgaverne kunne måske være blevet formuleret som web-opgaver, hvilket eleverne oplevede som et incitament til at lave opgaverne.

Materialet kan findes her: <http://gasportal.silkeborg-gym.dk/laerere/mr/index.htm>

Web-opgaverne kan findes her: <http://test.esystem.dk/mod/quiz/view.php?id=254> (kræver password)

Java-appletten kan findes her: http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Energy_Skate_Park

Opgaver til Java-appletten: <http://gasportal.silkeborg-gym.dk/laerere/mr/03/03net.htm>

CASE 2: WEB-OPGAVER TIL REPETITION

"Jeg plejer at lave en masse sjuskefejl ved normale afleveringer, og dem undgår jeg ved Moodle, fordi den fortæller mig at det er forkert, og så går jeg ind og retter det igen." – 1g. elev om hvordan han arbejder med web-opgaver i matematik.

"Det er det der med at man får svaret med det samme, der gør den største forskel for mig. Man får simpelt hen en helt anden motivation, fordi så glæder man sig helt til at få svaret, for at se om man har regnet rigtigt. Der går lidt sudoku over det – det er sådan lidt sjovt." – 1g. elev om hvorfor web-opgaver kan motivere hende.

"Det at det er på computeren, som ligesom er deres medie, gør at alle er i gang. Der er ikke nogen der bare sidder med et tomt ark, for du kan altid prøve at klikke på et eller andet. Det kan godt være at det er forkert, men så kan du prøve at overveje, hvorfor det er forkert." – klassens lærer om hvordan web-opgaver kan hjælpe eleverne i gang.

Citaterne ovenfor stammer fra interviews med elever fra en 1g. matematikklasse, og efterfølgende et interview med deres lærer. Interviewet blev foretaget i slutningen af skoleåret. Eleverne havde få dage inden interviewet lavet afleveringsopgaver i form af web-opgaver. Afleveringen var ment som en samlet opsamling på det pensum de havde arbejdet med i løbet af året, og den talte ikke i til elevernes karakter.

Klassens elever er vant til at anvende egne bærbare computere i matematikfaget, for eksempel visualiseringsværktøjer og regneprogrammet TI Interactive. Klassens studieretning er naturvidenskabelig, og i det hele taget beskriver læreren dem som flittige og topmotiverede.

Eleverne skulle aflevere et antal web-opgaver, men afleveringen var indrettet sådan at de skulle vælge de opgaver de havde lyst til at regne ud af en større samling opgaver. Nogle af opgaverne var sværere end andre, og eleverne kunne på den måde selv vælge hvor svære opgaver de ville løse. Lærerens didaktiske overvejelser med denne aflevering kan sammenlignes med konkurrenceudspring. Hvis udspringeren vælger en høj sværhedsgrad, er den potentielle maksimumscore også højere. Interviewet med eleverne viste da også, at de opfattede nogle typer af opgaver sværere end andre. Reduceringsopgaver og regning tilhørte de "nemme" kategorier, mens opgaver i vækst og trigonometri syntes sværere for eleverne.

Det var elevernes første afleveringsopgave med web-opgaver, men læreren havde tidligere anvendt web-opgaverne i undervisningen. Her gav de mulighed for undervisningsdifferentiering, fordi eleverne får feedback med det samme og dermed umiddelbart kan gå videre hvis deres svar er rigtigt.

Interviewet med eleverne viser, at det især er den umiddelbare feedback, som kan virke motiverende, både fordi de får at vide, om de har regnet rigtigt og fordi der er en slags forventningens glæde inden man sender svaret af sted. For den ene elev kan det endda medvirke til, at han ikke laver sjuskefejl i afleveringen, fordi han får at vide, hvad der er forkert. Han ved godt, at hvis han svarer forkert, får han strafpoint, men eleverne gav udtryk for, at deres primære fokus var at få træning i at regne opgaver.

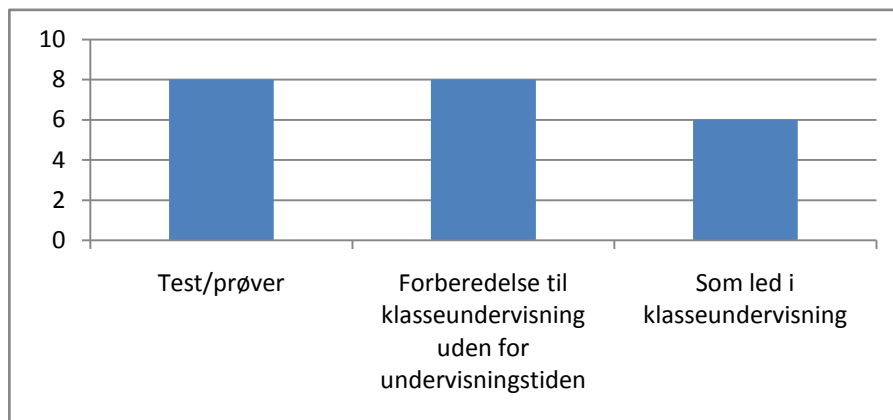
Vi interviewede to grupper fra denne klasse (7 elever i alt), og i den ene gruppe havde lagt mærke til, at nogle af opgaverne havde skriftlig feedback, alt efter hvad man havde svaret. Hvis de i en opgave med parenteser havde regnet forkert, kunne de f. eks. få at vide, at de skulle regne parentesen først. Denne gruppe elever efterlyste mere feedback i den retning.

En anden af lærerens didaktiske pointer er, at eleverne bør arbejde sammen om matematikopgaverne. Det gælder også web-opgaverne, som dog formelt blev afleveret af den enkelte elev. Tanken er, at eleverne på den måde opfordres til at diskutere og kommunikere om opgaverne. Eleverne beskrev deres arbejde med web-opgaverne ved at de gerne lavede dem sammen to og to. De sad med hver deres computer, regnede opgaverne på papir og skiftedes til at indtaste svaret. Dermed kunne de fordele antallet af forkerte svar ligeligt mellem sig.

På trods af at elevernes primære fokus synes at være det at få træning i at regne forskellige typer af opgaver, har de altså stadig øje for scoren. Fra vore andre interviews ser vi også denne tendens – altså at der er en form for motivation i at score det højst mulige antal point.

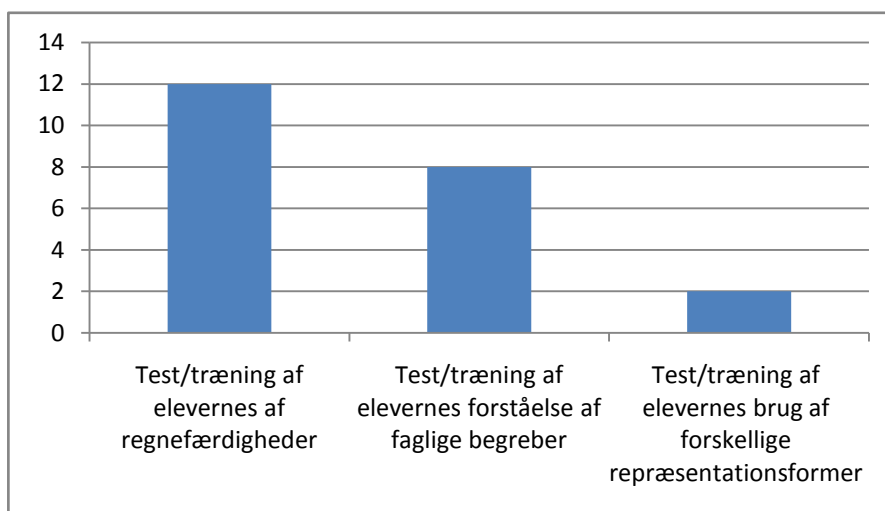
Resultater og diskussion

Indledning



Figur 2: Svar på spørgsmålet: Hvilke undervisningsaktiviteter har du anvendt Moodle til? De anvendte svarmuligheder er på x-aksen, mens antallet af svar i hver kategori er på y-aksen. Det var muligt at vælge flere svar. For dette spørgsmål var N=15.

Lærerne i projektet har brugt web-læringsplatformen (herefter Moodle) både til prøver, som forberedelse til klasseundervisningen og som led i selve klasseundervisningen og de tre anvendelser er nogenlunde lige brugte (se Figur 2). Det kan dog ikke være alle, som har brugt alle tre muligheder (N=15 for dette spørgsmål), men flere må dog have anvendt mere end 1 af mulighederne. Vi kan også se, at langt de fleste har brugt web-læringsobjekter til at træne færdigheder, mens de færreste har forsøgt at træne forskellige repræsentationsformer (se Figur 3). I forbindelse med feedback, så har meget få af lærerne forsøgt at lave detaljeret feedback til eleverne på Moodle. Samlet set tyder det på, at lærerne har haft fokus på rent teknisk at lave opgaverne og på at overveje svarmuligheder. Det mest krævende er ifølge en af lærerne nemlig at "finde på gode forkerte svar."



Figur 3: Svar på spørgsmålet: Med hvilket formål har du brugt Moodle i undervisningen? N=15

En af de umiddelbare didaktiske anvendelsesmuligheder synes at være, at web-opgaverne giver mulighed for at undervisningsdifferentiere. Begge de lærere vi har interviewet har givet udtryk for dette (se citatet ovenfor i afsnittet Web-læringssystemers brugbarhed).

Af elevspørgeskemaet fremgår det, at eleverne har løst opgaver i web-læringsplatformen Moodle. Siden det var en del af deres lektier, var det ikke overraskende. I dette spørgeskema hæfter vi os ved, at 4 ud af 20 elever skrev, at de kun regnede opgaver, når de blev stillet som web-opgaver. Vi formoder (fra samtale med læreren) at incitamentet var at læreren kunne se, om de havde afleveret eller ej.

Vi har gennemgået de udviklede computerøvelser, som er tilgængelige på den server (Systime, 2009) som projektdeltagerne har valgt at bruge, nu da projektet er overstået⁷. Tabel 2 opsummerer fakta om øvelserne. Tre fag er repræsenteret, nemlig biologi, fysik, og matematik. Inden for hvert fag er der underinddelinger i emner, og i hvert emne er der et antal quizzes. Hver quiz har et antal spørgsmål, som kan udformes forskelligt. De muligheder som er blevet anvendt, er

- multiple-choice, med mulighed for at vælge et eller flere svar (i Tabel 2 kodet som hhv. MC1 og MCF),
- matching, hvor eleverne skal matche f. eks. begreber og enheder (Match),
- beregningsopgaver, hvor svaret er et tal (Beregn),
- kombinationsopgaver, hvor der både kan være multiple choice og talsvar (Kombi),
- essayopgaver, hvor eleverne skriver en tekst, som læreren skal rette (Essay)
- opgaver, hvor svaret er en ligning eller et matematisk udtryk, som eleverne skal indtaste (Ligning).

I fysik og matematik er der udviklet mange forskellige øvelser til flere af læreplanernes hovedemner, mens der ikke er den samme righoldighed i biologi. Det vidner om, at de fleste af udviklerne er fysik- og matematiklærere. Der er langt flest quizzes i matematik, hvilket måske indikerer, at lærerne opfatter behovet for at træne eleverne større her end i fysik. Det ville stemme med at de fleste af lærerne har brugt øvelserne til at træne eleverne.

Vi har også indikeret, hvilken type feedback eleven kan få i en given opgave. Eleven kan få feedback i flere omgange. Først, når de tester at en opgave er korrekt, siden når de afleverer en opgave, og endelige når de er færdige med et sæt. Vi har angivet, hvilken type feedback eleverne har haft mulighed for at få i yderste højre kolonne. Her er mulighederne, at eleverne kan se, hvor korrekt deres svar er efter strafpoint (andel korrekt, AK), deres svarshistorik (H), og kortfattet feedback (KF).

Kortfattet feedback kan være en henvisning til en side i lærebogen, eller en reminder om, at eleverne skal huske at regne en parentes ud først: I en quiz om regnearternes hierarki gives feedback der afhænger af svaret. En opgave går ud på at udregne: $(6 + 2)^2 \cdot 3 - 5$. Hvis man svarer forkert, får man at vide, at man skal udregne parentesen først. Svarer man rigtigt får man alle mellemregningerne vist. Resten af quizzens feedback er af samme karakter, men de første opgaver giver også et hint til, hvordan man kan regne opgaven.

Mange af opgaverne er multiple-choice opgaver, beregningsopgaver, og kombinationsopgaver. Dette kan hænge sammen med at disse to typer opgaver er lette at komme i gang med. Elevinterviewene tyder på, at især multiple-choice opgaver kan føre til gættestrategier jf. Tabel 1. På den anden side, er der en umiddelbar interaktionsmulighed i det at eleverne kan klikke direkte på et svar. Det vil sige, at eleverne kan

⁷ Projektlederen fik afslag på en ansøgning om penge til en videreførelse af projektet. Derfor kunne den til formålet lejede server ikke bruges og er ikke længere tilgængelig. En del af de deltagende gymnasier har nu valgt at betale for serverplads hos Systime.

bruge web-læringsobjektet som en støtte i for deres deltagelse (Hrastinski, 2009), på trods af at de indledningsvist gætter.

Vi kan se, at i matematik i for eksempel differentialregning, er nogle af lærerne begyndt at udvikle web-opgaver, hvor svarene er ligninger. Denne type web-opgaver kan indrettes så eleverne har en hvis frihed i besvarelsen. For eksempel vil x^2 kunne repræsenteres både ved x^2 og $x*x$. Det tyder altså på, at lærerne er i skrivende stund er i gang med at udvikle deres egen forståelse af web-læringsystemets muligheder. Derfor er det vigtigt at understrege at Tabel 2 kun tjener som et øjebliksbillede fra projektets udgang.

Biologi							
<i>Cytologi</i>		Antal quizzes: 1			Antal udviklere: 1		
		<i>MC</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
		19	5	1			AK, H
<i>Næringsstoffer</i>		Antal quizzes: 1			Antal udviklere: 1		
		<i>MC1</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
		9	3				AK, H
Fysik							
<i>Laseren</i>		Antal quizzes: 4			Antal udviklere: 2		
		<i>MC</i>	<i>Essay</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
		29	18		2	7	AK,H, KF
<i>Mekanik</i>		Antal quizzes: 12			Antal udviklere: 6		
	<i>Essay</i>	<i>MC1</i>	<i>Ligning</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
	1	43	2	6	6	38	AK, H
<i>Bølger og lys</i>		Antal quizzes: 3			Antal udviklere: 2		
		<i>MC1</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
		4		2	3	16	AK, H
<i>Ellære</i>		Antal quizzes: 1			Antal udviklere: 1		
		<i>MC1</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
		7			1	17	AK, H
<i>Kernekfysik</i>		Antal quizzes: 3			Antal udviklere: 3		
		<i>MC1</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
					1	2	AK, H
<i>Energi</i>		Antal quizzes: 1			Antal udviklere: 1		
		<i>MC1</i>	<i>Ligning</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
		2	1			3	AK, H
<i>Astronomi</i>		Antal quizzes: 1			Antal udviklere: 1		
		<i>MC1</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
		7		2	1	6	AK, H
<i>Fysik for 8.</i>		Antal quizzes: 2			Antal udviklere: ukendt		
		<i>MC1</i>	<i>Essay</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
			1		2	6	AK, H
Matematik							
<i>Hierarki</i>		Antal quizzes: 8			Antal udviklere: 5		
		<i>MC1</i>	<i>Ligninger</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
		5		4		77	AK, H, KF
<i>Funktioner</i>		Antal quizzes: 28			Antal udviklere: 8		
		<i>MC1</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>

Variabelsammenhænge	Antal quizzes: 2			Antal udviklere: 2		
	<i>MC1</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
			1	6	5	
Procentregning	Antal quizzes: 3			Antal udviklere: 2		
	<i>MC1</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
					32	
Lommeregner	Antal quizzes: 1			Antal udviklere: 1		
	<i>MC1</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
					3	
Trigonometri	Antal quizzes: 5			Antal udviklere: 3		
	<i>MC1</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
Statistik & Sands.	Antal quizzes: 2			Antal udviklere: 1		
	<i>MC1</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
Differentialregning	Antal quizzes: 6			Antal udviklere: 4		
	<i>MC1</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
Vektor(funktioner)	Antal quizzes: 6			Antal udviklere: 4		
	<i>MC1</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
Differentialligninger	Antal quizzes: 6			Antal udviklere: 1		
	<i>MC1</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>
Integralregning	Antal quizzes: 5			Antal udviklere: 1		
	<i>MC1</i>	<i>MCF</i>	<i>Match</i>	<i>Kombi</i>	<i>Beregn</i>	<i>Feedback</i>

Tabel 2: Opsummering af hvilke typer spørgsmål og arten af feedback, eleverne udsættes for. Antallet af Under feedback er der følgende koder: AK, Andel Korrekt. Eleven får her at vide, hvor mange point ud af maksimum for opgaven, de har fået. H, Historik. KF står for Kortfattet Feedback. De fleste opgaver lader eleven tjekke sine svar inden den endelige aflevering. Hvis H, så kan eleven se historikken over sine forsøg.

Feedback

Lærernes holdning synes at være, at i hvert fald dele af JiTT tankegangen (Novak, Patterson, Gavrin, & Christian, 1999) er givtig for elevernes udbytte af undervisningen og for lærerens overblik over elevernes forståelse af og problemer med stoffet. Lærerne får simpelthen mere information om elevernes standpunkt end ellers.

Lærerne kan lave opgaver af forskellig sværhedsgrad, så eleverne kan arbejde med stoffet i det tempo og på det niveau de magter. Det er en måde at lave undervisningsdifferentiering på. Omvendt kan læreren se på besvarelserne (hvor mange forsøg eleverne har brugt, hvor lang tid de har brugt, hvilke svar de har givet, og i nogle tilfælde mails fra eleverne) hvor hele eller meget store dele af klassen har problemer.

Både lærere og elever fremhæver den øjeblikkelige feedback på om en opgave er løst korrekt, som noget meget positivt. Eleverne bliver med det samme opmærksomme på at noget er galt, og er derfor ofte meget motiveret for at finde en anden strategi - hvis de da ikke bare gætter, jf. også eksemplet fra Pascarella

(2004). Hvis fejlen først bliver opdaget flere dage senere, når en papiropgave returneres, så er eleven langt væk fra opgaven, og motivationen for at genoptage arbejde med det faglige problem ofte ret lille.

En pige fra et 1g-matematikklasse udtrykker det således:

Med en almindelig aflevering, så afleverer man bare opgaverne, og så tænker man: "Nå-nå, det er fint", og så får man den tilbage, og så kan man se at der måske er nogle fejl i det, og så kigger man egentlig ikke mere på dem. Men hvis man får et rødt kryds inde i Moodle, så regner man den om med det samme.

Som nævnt er det muligt via web-læringsplatformen at give dybdegående feedback med specifikke kommentarer til de forskellige svarmuligheder. Fra elevinterviewene har vi dog ikke fået indtryk af, at det er noget som lærerne har benyttet sig af den i nævneværdigt omfang, men nogle af de elever vi har snakket med, giver udtryk for enten at mere fyldig feedback fra web-opgaverne, vil være ønskværdigt.

Selvom denne feedback ikke kan erstatte lærerens, ville en umiddelbar og fyldig feedback kunne hjælpe nogle elever, der sidder fast. Hvis vi skal tro elevernes udtalelser vil denne feedback også ramme eleverne mens de er fokuseret på opgaven og mest motiverede. I relation til teorien om de fire hovedkarakteristika om web-læring og deltagelse, er dette et af lærerens mulige psykologiske værktøjer.

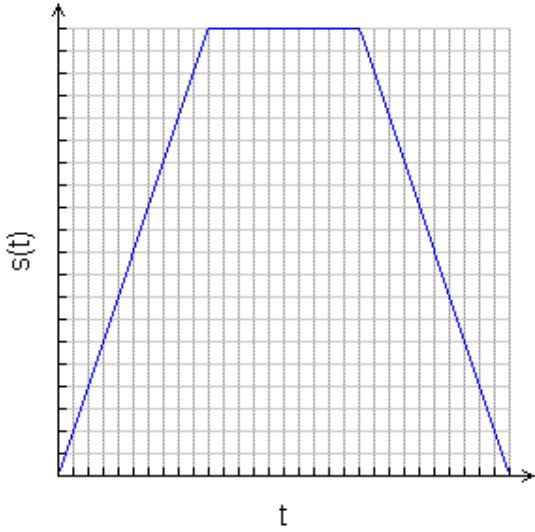
Kun få af de elever vi talte med fortalte om disse feedbackmuligheder (Se *Case 2: Web-opgaver til Repetition*), på trods af at vi spurgte. Så enten har de ikke bemærket dem, kunne ikke huske dem, eller også har vi ramt et udsnit af elever, som ikke er blevet udsat for denne type feedbackspørgsmål. Hvis man for alvor skal kunne sige noget om hvordan eleverne anvender feedbacken, skulle man have en undersøgelse, hvor eleverne blev fulgt meget tæt under problemløsningsprocessen.

Nye undervisningsmuligheder

Spørgeskemaet til lærerne indeholdt også et antal fritekstspørgsmål. Af dem fremgår det, at lærerne kan se, at en web-læringsplatform som Moodle giver nogle nye muligheder i undervisningen. Udover at de kan 'tage temperaturen' på klassen, nævner de også, at eleverne kan bruge web-opgaverne til træning af de 'kedelige ting', dvs. mere rutineprægede færdigheder. Det kunne for eksempel være i færdighedsregning eller i løsning af standardopgaver oversat til webopgaver. Dette er i overensstemmelse med den forskning vi har kunnet finde, som jo netop viser, at eleverne sagtens kan få udbytte af standardopgaver formuleret som computeropgaver (se *Web-læringssystemers brugbarhed*). I vores samtaler med eleverne virker det også som aktiviteter, eleverne værdsætter og ønsker at benytte sig af. Især nævner flere elever, at de regner med at web-opgaverne kan være en hjælp i deres eksamenslæsning. Dette er igen helt i tråd med eksisterende studiers resultater, på trods af at studierne ikke beskæftiger sig med det gymnasiale niveau.

Web-opgaverne bruges af nogle lærere (8 ud af 17 i spørgeskemaundersøgelsen) til at kontrollere, om eleverne har en forståelse for nogle af de begreber, de bliver præsenteret for i undervisningen og i lærebøgerne. En lærer har på B-niveau i fysik testet elevernes forståelse af sammenhængen mellem sted, hastighed og acceleration. Helt konkret gik en af hans web-opgaver ud på at vise forskellige grafer, hvorefter eleverne skulle vælge mellem forskellige svar. Se Figur 4.

Hvilken udtalelse kan illustreres med følgende graf?



Vælg et svar

- a. Niller tager en enkeltbillet til Berlin
- b. Niller rejser tur/retur til mormor
- c. Niller er ude at cykle, men punkterer halvejs og når derfor ikke sit mål
- d. En kugle falder ned fra et tag og lander på jorden
- e. En kugle triller med konstant hastighed

Tjek

Figur 4: Eksempel på en test af de kinematiske begreber sted, hastighed, og acceleration. Eleven kan vælge ét svar.

Nogle elever udtrykker på en gang frustration og glæde ved, at læreren kan se, hvor de står. Frustration, fordi de føler sig overvågede (læreren kan faktisk se, om og hvornår eleven laver lektier), og glæde, fordi de får indtryk af, at deres faglige udvikling faktisk bliver bemærket og anerkendt af læreren. I flere af vores interviews nævner eleverne, at det ville være for meget, hvis de skulle lave alle deres lektier i alle fag som web-opgaver. Det kan hænge sammen med at mange elever føler sig nødsaget til at prioritere mellem lektierne i en travl hverdag (Ulriksen, Murning, & Ebbensgaard, 2009). Se videre diskussion i afsnittet *Opsummering og afsluttende kommentarer*.

Web-baseret undervisning giver mulighed for, at bruge interaktive computermodeller⁸, og enkelte af de elever vi har snakket med, fortæller at deres lærere har gjort det. Generelt er det dog ret begrænset hvor meget de deltagerudviklede fysik- og biologiøvelser vi har haft adgang til, har anvendt interaktive computermodeller, på nær interaktive grafer i materialet til 8. klasse og i en af kernefysikøvelserne. I den henseende er projektet stadig på et indledende stadium.

⁸ Vi har beskrevet en enkelt computermodel i *Case 1: Computerassisteret Energiforløb*

Elevspørgeskemaet er fra et forløb som indeholdt en del interaktive computermodeller i form af Java-appletter. Vi kan se fra spørgsmål 1 og 2 (der går på hvad eleverne brugte på forløbets hjemmeside og hvad de fik noget ud af), at kun cirka halvdelen svarer at de brugte computermodellerne (netanimationer) og cirka halvdelen af dem mente at de fik et godt udbytte af det. Dette hænger ikke helt sammen med at eleverne faktisk skulle lave øvelser med modellerne. Fra elevsamtalerne fremgik det, at nogle elever havde en tendens til at skøjte henover dem, hvis de ikke fik en fornemmelse af, at de var relevante for det, de forventedes at skulle lære. Eller hvis deres arbejde med computermodellen skulle motiveres af eleverne selv, som en dreng fra en fysikklasse siger:

Der er lidt selvdisciplin med, at vi kom ud i grupper, og så var det éns egen opgave at få noget ud af det. Der var måske nogle der synes det var sjovt bare at skyde ham der skateren ud af banen, i stedet for at se hvad der skete.

Det virker rimeligt at antage, at hvis eleverne dels ikke umiddelbart kan se relevansen af en interaktiv computermodel og måske synes den er svær at bruge, så vil de ikke ofre ressourcer på at interagere med den. Derfor er det sandsynligt, at interaktive computermodeller bør tjene som værktøjer som eleverne kan bruge i besvarelsen af web-opgaver.

Som nævnt har vi ikke set mange eksempler på, at opgaverne indeholder interaktive computerøvelser. Hvis de gør, er det gerne matematikopgaver, hvor web-opgaven støttes af en interaktiv graf. Det ser dog ud til at eleverne husker arbejdet med interaktive computermodeller positivt (Se citaterne i *Case 1: Computerassisteret Energiforløb*).

I det hele taget har vi bemærket, at mange elever lyser op, når de fortæller om opgaver, der ikke bare har karakter af ren træning. Om det er en Java-applet, der viser dopplereffekten, de skal arbejde med, en historie om bilkørsel der strækker sig over længere tid, eller bare at knytte en historie til en graf, så kan eleverne huske de situationer, som de fandt engagerende. Ud fra vores samtaler ser det også ud til, at de kan huske de faglige pointer.

Vi vil igen fremhæve en didaktisk mulighed, som web-opgaverne kan give lærerne. Standardopgaver, formuleret som web-opgaver, frikøber tid til lærerne, så de kan fokusere på mere udfordrende forståelsesproblemer en regne- og sjuskefejl. (Se *Web-læringssystemers brugbarhed*).

Elevernes tilgang til web-opgaverne

Web-læringsplatforme kan ofte administrere elevernes point for opgaver, og det vil sige, at eleverne kan konkurrere om, hvem der får flest point for en given web-opgave og for alle de web-opgaver de har haft. De kan også konkurrere om, hvem der bliver først færdig. På den måde kan der i princippet være prestige i at være den første med det rigtige svar, og det er der også, selvom den ikke er udtalt.

I vores samtaler med eleverne, var de gerne tilbageholdende med at sige, at de konkurrerer med hinanden. Men da vi spurgte ind til det, viste det sig, at der var en smule konkurrence, som det også fremgår af *Case 2*. De fleste fortsætter også med at svare, indtil de har svaret rigtigt, medmindre de er hjemme og vurderer, at er en fejl i opgaven. Hvis de opdager en fejl i opgaven mens de arbejder i skolen, har vi både set på vore optagelser og fået fortalt af flere elever, at de konfronterer læreren med fejlen. En fejl i opgaven resulterer

gerne i megen aktivitet og diskussion fra elevernes side. Problemet bliver autentisk/engagerende⁹ for eleverne, og det kan faktisk også sørge for at de deltager.

Eleverne ved godt, hvilke elever de skal henvende sig til, hvis de ikke selv kan finde ud af svaret. Hvis de har travlt, nøjes de med så få oplysninger de skal bruge for at få et korrekt svar fra web-læringsplatformen. Det vil sige, at hvis en opgave har det samme svar for alle elever, vil disse elever typisk bare få svaret fra deres venner og taste det ind. Dette ser især ud til at gælde, hvis opgaven tæller med i deres karakter.

Det ser ud til at eleverne gerne forsøge at løse web-opgaver selv, hvis de ikke tæller til deres karakter. Hvis deres karakter afhænger af deres besvarelser, ser det ud til at tendensen til at skrive efter, er større. CITAT

I nogle af vore elevinterviews, har vi fået det indtryk, at nogle af eleverne spiller et metaspil med læreren. Om læreren deltager i spillet er tvivlsomt. Spillet går ud på at finde fejl i det som læreren har lavet. Det kunne være fejl i selve opgaverne som beskrevet ovenfor, men det kan også være opgavetyper og – procedurer, som gør det muligt at snyde sig til en bedre karakter. Det bliver legitimt at skrive efter eller arbejde sammen, så længe læreren ikke har dæmmet op for det. Det er slet ikke sikkert, at denne holdning er udtalt eller udbredt. I det følgende uddrag kommer holdningen til udtryk som ærgrelse:

Pige: Til prøverne laver hun random rækkefølge, så man ikke kan kigge efter.

Dreng: At checke efter og snyde er helt umuligt.

Pige: Det var meget bedre i gamle dage.

Det bliver sværere for elever at skrive efter, når svaret genereres ud fra en formel eller hvis web-opgaverne vælges tilfældigt fra et sæt, som læreren der nævens i uddraget har gjort. I en eksamenslignende test i skolen har læreren forebygget elevsnyd ved at lade svarmulighederne (multiple choice) fordeles tilfældigt. Så bliver de nødt til selv at regne og kan ikke kigge efter hinanden.

Dermed kan web-læringsplatformen tvinge eleverne til i det mindste at benytte den rigtige formel eller, i et vist omfang, til at tænke selv. Det er klart, at jo flere muligheder i den retning eleverne præsenteres for, desto sværere bliver det for dem at lave afskrivning. En mulig vej i denne retning kunne være, at opbygge et stort lager af forskellige opgaver, så eleverne i samme quiz hver fik forskellige opgaver indenfor stofområdet.

Nogle lærere har taget et skridt i denne retning ved simpelthen at lave mange forskellige quizzer og bede eleverne om at vælge et antal af dem som aflevering. Nogle quizzer er sværere end andre, så eleverne vælger ud fra, hvad de selv gerne vil arbejde med. Dette giver en fordeling af elever på opgaverne, og dermed løser alle eleverne ikke samme opgaver.

Et af de ofte nævnte problemer eleverne nævner er, at de oplever web-læringsystemet som meget krakilsk med hvordan svaret skal angives. Enten er det rigtigt, eller også er det forkert. Problemet er, at

⁹ Dolin (2002) argumenterer for at eleverne skal opfatte undervisningen som autentisk, og det mener vi kan svare til Hrastinskis (2009) engagement.

læreren ikke kan se, om eleven har tænkt rigtigt, fordi systemet i det hele taget fordrer til at se på det endelige produkt (svaret) og ikke på processen.

Omvendt mener de også, at det er vigtigt at læreren gennemgår, især de svære øvelser, for hele klassen. Nogle gange har de haft travlt og har skrevet efter og andre gange har de gættet sig frem til den rigtige formel (Pascarella, 2004). Det interessante er at eleverne godt nok kigger efter nogle gange, men de er også opmærksomme på det, og de ved at det er skadeligt for deres indlæring.

Eleverne har også et æstetisk kritikpunkt. De synes simpelthen at den konkrete udformning af web-læringssystemet, som de har været udsat for, er grimt og svært at finde rundt i. Det ser ikke ud til at de har koblet det æstetiske med deres egen læring, og referencen til det æstetiske er ofte henkastet. Men anden forskning har beskæftiget sig med både det æstetiske og brugervenligheden. Især brugervenligheden tillægges en læringsmæssig betydning (Macedo-Rouet, Ney, Charles, & Lallich-Boidin, 2009). En enkelt gruppe af de interviewede elever beskrev mere detaljeret, hvordan en web-opgaves *design* kan forstyrre hende. I opgaverne der handlede om vækst, hvor der var mange grafer, virkede det uoverskueligt, fordi graferne fyldte meget i billedet. Eleverne udtrykte at det kunne føre til manglende overblik. Altså kan både designet af selve web-opgaverne og hjemmesidens navigation og generelle brugervenlighed virke forstyrrende.

Alt i alt virker web-opgaverne engagerende på eleverne på mange niveauer, og de kan virke fordrende for elevernes deltagelse i undervisningen. De kan både se opgaverne som ren træning, som en måde at vise, hvad de kan på, og som et redskab til faglig fordybelse. Nogle af elevernes udsagn tyder dog på, at de til tider enten gætter eller skriver af. Det er især, når der er tale om afleveringer og når de er pressede for tid. I Tabel 1 gav vi en inddeling i tænkere og gættere, men ud fra vore interviews med elever, tror vi ikke, at det er muligt at karakterisere en elev som kun tænker eller kun gætter. Om eleven gætter eller tænker vil være afhængig af opgavens sværhedsgrad, den tilgængelige hjælp, og det oplevede tidspres.

Web-opgaver og lærerens tidspres

Anvendelsen af web-læringsplatforme ser ud til at afhænge af, hvor meget tid lærere skal bruge på at lave opgaverne. Det kræver meget tid af lærerne at lave og teste web-opgaver. Nogle af lærerne udtrykker, at de har tekniske vanskeligheder, men opfattelsen er generelt, at det tager lang tid at lave en web-opgave. Det kan have noget at gøre med, at læreren udover at stille opgaven også skal bruge ressourcer på at finde på sandsynlige forkerte svar. De fleste opgaver vi har kigget på, indeholder ikke anden feedback end den som Moodle automatisk giver, dvs. om opgaven er korrekt løst eller ej. Sandsynligvis er det fordi lærerne dels skal bruge lang tid på at formulere feedbacken så den giver mening for elever der har svaret forkert, og dels fordi lærerne vurderer, at eleverne udbytte af feedbacken ikke er stor nok. Studiet fra et kemikursus kunne ikke indfange en forskel på righoldig feedback og standard rigtig/forkert feedback, men som nævnt var kontrolgruppen og testgruppen ikke adskilt. Derfor mener vi ikke at det kan afvises, at dybdegående feedback på web-øvelser kan give et øget læringsudbytte. Tværtimod tyder forfatterens egen kommentar om, at studerende i begge kontrolgrupper opsøgte og brugte feedbacken, på at eleverne værdsatte den dybdegående feedback. Se *Web-læringssystemers brugbarhed*.

I forhold til klassisk arbejde med opgaver fra lærebøger har web-opgaverne også flere praktiske ulemper.

- Der ikke lavet nær ligeså mange web-opgaver til f. eks. Moodle som i lærebøger generelt. Det vil sige, at det er nemmere for lærere at stille opgaver fra lærebøger.
- Lærere er meget vant til at formulere lærebogsopgaver, og de er anderledes end web-opgaverne. I en web-opgave skal de nemlig ofte forudsige forkerte svar, så eleverne enten har noget at vælge imellem (multiple choice) eller så platformen kan vurdere, hvor godt eleverne har klaret sig (talsvar, formelsvar). Det er især vigtigt, hvis læreren vil gøre det muligt at rette misforståelser. Men denne mulighed ser som nævnt ikke ud til at blive brugt ret meget.
- Det er vanskeligt at konstruere web-opgaver, som giver eleverne mulighed for at demonstrere deres tankegang. Det gøres umiddelbart lettere i almindelige besvarelser.

Der ligger et potentiale i web-læringsplatformes muligheder for at udvikle opgavesæt, der inden for et fagområde kan kortlægge elevens problemer. I fysik på universitetsniveau, har man udviklet den såkaldte FCI test ved først at lade en masse studerende svare på nogle konceptuelle opgaver. De mange svar kunne kategoriseres og disse kategorier dannede baggrund for svarmulighederne. I *Krop og Computer i Fysikundervisningen* gennemgås en procedure for hvordan øvelserne kunne designes iterativt (Bruun, 2008, s. 122).

Opsummering og afsluttende kommentarer

Det er vigtigt, at eleverne accepterer denne form for computerassisteret undervisning som ”rigtig” undervisning – det vil sige undervisning der har konsekvenser og som de føler de kan bruge til noget. Det kan lærerne tilskynde ved at bruge tid på at give feedback til eleverne, ved at følge op på øvelserne, og generelt ved at lade web-læringsobjekter indgå som en naturlig del af undervisningen, som både er relevant for deres læring og for deres karakter. Vore samtaler med eleverne tyder på, at lærerne i projektet har formået at gøre det.

Faktisk giver flere elever udtryk for at web-quizzene prioriteres højt, når der skal afsættes tid til hjemmearbejde. Det skyldes at webquizzene er – eller opleves som – afleveringer, hvor læreren registrerer om quizen er afleveret eller ej. Eleverne har eksplicit nævnt, at det ville være et problem hvis alle lektier blev registreret på denne måde. Så skulle alt jo prioriteres højt, og de ville ikke have tid andet end at lave lektier. Dette er i tråd med nogle af pointerne som Ulriksen, Murning & Ebbensgaard (2009) belyser. Mange gymnasiefremmede elever føler, at der er et stort arbejdspress i gymnasiet. Det betyder, at lektierne bliver prioriteret efter den oplevede vigtighed. Afleveringer prioriteres højt, blandt andet fordi en manglende aflevering registreres af læreren, tæller som fravær og påvirker karakteren negativt. Tiden vil i nogle tilfælde tages fra de øvrige former for forberedelse. Denne effekt skal man være opmærksom på som lærer, når man designer web-quizzes.

Eleverne arbejder gerne sammen om opgaverne, hvilket både kan fordre diskussion og deltagelse, men hvis de ikke føler at de har tid, skriver de af. Hvis opgaverne er for svære, er der en fare for at de benytter sig af gættestrategier snarere end at tænke sig om. Lærerne kan se web-opgaverne som måde at få eleverne til at engagere sig i naturfagene, og det ser også ud til at holde, hvis eleverne føler at de får den nødvendige feedback.

Lærerne har allerede produceret en masse opgaver, og det tyder på, at der er en fortsat udvikling i hvilke typer opgaver de laves. Lærerne har typisk anvendt opgaverne til teste eleverne og til at øve rutineprægede

opgaver. Det har for nogle lærere frikøbt tid til at fokusere på mere besnærende forståelsesproblemer. Det er dog også tidskrævende at få udviklet gode opgaver, og derfor har det været det afgørende at lærerne i udviklingsprojektet har bidraget til en fælles pulje af opgaver som andre kunne bruge og videreudvikle.

Computerassisteret undervisning rummer som vi har set, en masse muligheder, hvoraf mange er blevet realiseret i DASG-projektet. Vi har set, at lærernes brug af disse muligheder er varieret, både i teknisk og didaktisk retning. Samtidig mener vi at kunne se endnu flere muligheder, men det kræver at lærerne får tid til at arbejde med web-læringsplatforme og web-læringsobjekter.

Vi vil gerne understrege vigtigheden af, at lærerne her får mulighed for at samarbejde på tværs af gymnasier og faggrupper, fordi det giver mulighed for erfaringsudveksling både mht. den didaktiske brug af forskellige web-læringsobjekter, den rent tekniske del af udviklingen, og de faglige aspekter.

Perspektivering

De videre perspektiver synes at være:

- Udvikling af flere nye web-opgaver, så lærerne har mere at tage af.
- Udvikling af svarmuligheder i quizzet, så eleverne bliver udfordret på netop deres forståelse af stoffet.
- Brug af interaktive computermodeller i quizzet, således at eleverne skal arbejde med modellerne for at kunne svare på en quiz. Dette bruges allerede af nogle lærere, og mest i matematik. I fysikøvelser ses de også, men de er sjældent integreret i selve web-opgaven.
- Udvikling af brugen af feedbackfunktionen i web-læringsystemet Moodle, så elever der svarer forkert får bedre mulighed for at forstå, hvorfor deres svar var forkert/rigtigt.

Hvis lærere og andre udviklere laver en mængde web-opgaver, vil det være muligt at lede elever igennem forskellige web-opgaveforløb, alt efter hvordan de svarer. Ideen stammer fra konceptet *Progressive testing* (Cole & Foster, 2007, s. 120).

Antag, at en lærer har N quizzet om det samme emne, inddelt i M klasser. Hver klasse indeholder et antal quizzet: $m_i = \{n_{i1} \dots n_{ik}\}$, om den samme misforståelse eller af sammenlignelig sværhedsgrad. Hvis klasserne er inddelt efter sværhedsgrad, kan man i den endelig evaluering (hvor computeren evaluerer, hvor mange procent korrekte svar, eleven har) give et password eller link til en quiz der svarer til hvor godt eleven har klaret sig. Hvis eleven har klaret sig godt, får han/hun udleveret passwordet til den næste quiz. Ellers får eleven passwordet til en ny quiz, eller må prøve den samme quiz igen.

Antag nu, at quizzet i en klasse m_i lader eleverne arbejde med forskellige misforståelser. Efter tilfredsstillende besvarelser på quizzet kan computeren sende eleverne videre til en ny klasse af quizzet. Disse lader nu eleverne arbejde med andre misforståelser.

I forbindelse med den feedback, som eleverne kan få umiddelbart når de laver en computerøvelse, kunne lærere forsøge at videreudvikle tankegangen fra casen *Computerassisteret Energiforløb*, hvor læreren havde indtalt teksten på en lydfil. Hvis læreren er bekymret for, om nogle elever overhovedet læser feedbacken, kunne en lydfil med indtalt feedback være en måde at komme igennem til disse elever.

Referencer

Alrø, H., & Dirckinck-Holmfeld, L. (1997). *Videoobservation*. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.

Bruun, J. (2008). *Krop og Computer i Fysikundervisningen*. København: Københavns Universitet, Institut for Naturfagernes Didaktik.

Cole, R. S., & Todd, J. B. (2003). Effects of web-based multimedia homework with immediate rich feedback on student learning in general chemistry. *Journal of Chemical Education* , 1338-1343.

Dolin, J. (2002). *Fysikfaget i forandring*. Roskilde: IMFUFA/RUC.

Hakkarainen, K., & Palonen, T. (2003). Patterns of female and male students' participation in peer interaction in computer-supported learning. *Computers & Education* , 327-342.

Hrastinski, S. (2009). A theory of online learning as online participation. *Computers & Education* , 78-82.

Lonn, S., & Teasley, S. D. (2009). Saving time or innovation practice: Investigating perceptions and uses of Learning Management Systems. *Computers & Education* , 686-694.

Macedo-Rouet, M., Ney, M., Charles, S., & Lallich-Boidin, G. (2009). Students' performance and satisfaction with Web vs. paper-based practice quizzes and lecture notes. *Computers & Education* , 375-384.

Mengel, S. K. (10. april 2008). *DASG-JITT-2008-2009.pdf*. Hentede 4. august 2009 fra EMU Danske Sciencegymnasier : <http://www.emu.dk/gym/tvaers/sciencegym/udviklingsprojekter/2008-2009/DASG-JITT-2008-2009.pdf>

Moodle. (2009). Hentede 3. August 2009 fra Moodle.org: open-source community-based tools for learning: <http://www.moodle.org>

Moridis, C. N., & Economides, A. A. (2009). Prediction of students' mood during an online test using formal-based and neural network-based method. *Computers & Education* , 644-652.

Nielsen, J. (6. august 2009). *useit.com: Jakob Nielsen on Usability and Web Design*. Hentede 6. august 2009 fra useit.com: <http://www.useit.com/>

Renshaw, C. E., & Taylor, H. A. (2000). The educational effectiveness of computer-based instruction. *Computers & Geosciences* , 677-682.

Salajan, F. D., Perschbacher, S., Cash, M., Talwar, R., El-Badrawy, W., & Mount, G. J. (2009). Learning with web-based interactive objects: An investigation into student perceptions of effectiveness. *Computers & Education* , 632-643.

Systime. (7. august 2009). *Systime-e*. Hentede 7. august 2009 fra Systime-e: Dasg fællesområde: <http://test.esystime.dk/>

Ulriksen, L., Murning, S., & Ebbensgaard, A. B. (2009). *Når gymnasiet er en fremmed verden: Eleverfaringer - social baggrund - fagligt udbytte*. Frederiksberg: Samfundslitteratur.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge: Harvard University Press.

Wenger, E. (1998). *Communities of Practice. Learning as a social system*. Cambridge: Harvard University Press.

Bilag

1 Med hvilket symbol betegnes masse?

Point: --/1

Vælg et svar

a. *m*
 b. *s*
 c. *t*
 d. *kg*
 e. *v*

Tjek

FigurBilag 1: Et eksempel på multiple choice. Der er mange eksempler på multiple choice med sværere spørgsmål. Det er også muligt at lave denne spørgsmålstype, så der kan være flere korrekte svar.

2 **Symboler for fysiske størrelser**

Point: --/10

Mette Machholm, Nærum Gymnasium 2007

Find det symbol, som passer til den fysiske størrelse

Hastighed	Vælg...
Masse	Vælg...
Acceleration	Vælg...
Strækning	Vælg...
Varme	Vælg...
Frekvens	Vælg...
Temperatur	Vælg...
Volumen	Vælg...
Tryk	Vælg...
Specifik Varmekapacitet	Vælg...
Varmekapacitet	Vælg...
Energi	Vælg...
Areal	Vælg...
Spændingsfald	Vælg...

Tjek

FigurBilag 2: Et eksempel på en matching opgave. I drop-downboksene til højre skal eleverne vælge de rigtige symboler. Spørgsmålstypen kan også laves som et drag and drop spørgsmål. Her skal eleverne trække svaret hen til det rigtige matchende udsagn.

1

Point: --/1

Hvad er bølgelængden for lys med frekvensen $6,87 \cdot 10^{14}$ Hz? nm

Tjek

2

Point: --/1

En lysstråle bevæger sig ind i en glasklod. Brydningsindekset er 1,51, og indfaldsvinklen er 53° .

Hvad er brydningsvinklen? °

Tjek

3

Point: --/1

Lys med bølgelængde 500 nm sendes fra luft ind i vand under en indfaldsvinkel på 62° . I vandet er bølgelængden 378 nm.

Bestem brydningsvinklen °

Tjek

FigurBilag 3: Et typisk talspørgsmål. Opgaverne kan indrettes så der opgives inputtal fra en mængde samt en funktion der beregner svaret. Elevens svar skal så matche computerens beregnede svar indenfor en angivet fejlmargen.

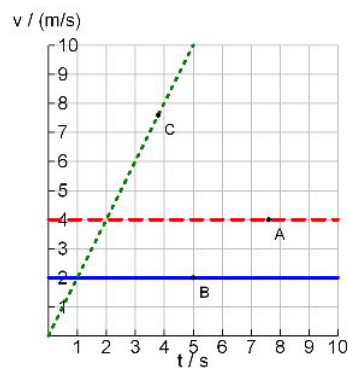
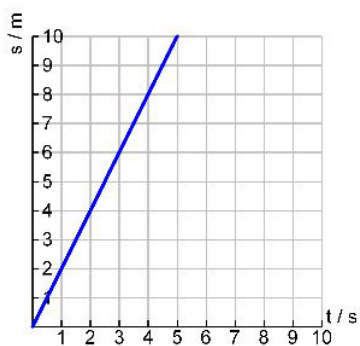
1

Point: --/10

Grafer for bevægelse

Mette Maaeholm, Nærum Gymnasium 2007

Hvilken hastighedsfunktion svarer til stedfunktionen?



Tjek

#	Spørgsmål	Type
1	I hvilket omfang har du brugt Moodle i din undervisning i det forløbne år?	MC1
2	Hvis du næsten ikke har brugt Moodle i årets løb, hvad er da grunden?	FT
3	Hvilke undervisningsaktiviteter har du anvendt Moodle til?	MCF
4	Med hvilket formål har du brugt Moodle i undervisningen?	MCF
5	Giv gerne en uddybende beskrivelse af, hvordan du har brugt Moodle i undervisningen	FT
6	Hvordan har du brugt Moodle i forbindelse med feedback til eleverne?	MCF
7	Giv gerne kommentarer og eksempler på din brug af Moodle i forbindelse med feedback til eleverne	FT
8	Hvordan oplever eleverne efter din mening arbejdet med Moodle?	FT
9	Har du brugt opgaver fra de startpakker, der var klar ved første kursus?	MC1
10	Har du brugt opgaver fra Systime-Fysik pakken?	MC1
11	Har du brugt opgaver fra GE-pakken til matematik?	MC1
12	Har du brugt opgaver fra GE-pakken til kemi?	MC1
13	Har du brugt nogle af de opgaver, der i årets løb er udviklet af kollegerne?	MC1
14	Har du kommentarer til pakkerne?	FT
15	Mener du, at Moodle giver nye muligheder for undervisningen? I givet fald, hvilke oplever du som væsentlige?	FT
16	Hvilke barrierer ser du for anvendelsen af Moodle?	FT
17	Hvad var godt ved årets projekt?	FT
18	Hvad var mindre godt ved årets projekt?	FT
19	Ønsker du at deltage i næste års projekt?	MC1
20	Begrund, hvorfor du ikke vil/ gerne vil fortsætte i projektet	FT

Tabel 3: Spørgeskema med spørgsmålstype. FT står for fritekst, MC1 for multiple choice med mulighed for at vælge 1 svar, MCF står for multiple choice med mulighed for at vælge flere svar. GE-pakkerne referer til en række opgaver lavet af en af lærerne som deltog som underviser.

#	Svar
1	Moodlebrug: Slet ikke (2), Enkelte gange i løbet af året (2), Regelmæssigt i perioder af året (9), Regelmæssigt hele året (4)
3	Undervisningsaktiviteter: Test/prøver (8), Forberedelse til klasseundervisning (8), Led i klasseundervisning (6)
4	Formål: Test/træning af færdigheder (12), Test/træning af forståelse (8), Test/træning af forskellige repræsentationsformer (2)
6	Feedback: Moodles rigtig/forkert (14), Kommentarer efter svar (2), Gennemgang af udvalgte opgaver (3), Personligt feedback baseret på elevbesvarelser (1)
9	Opgaver fra startpakker: Slet ikke (2), Lidt (9), En del (4)
10	Opgaver fra Systime-fysik: Slet ikke (10), Lidt (2), En del (1)
11	Opgaver fra GE-mat: Slet ikke (5), Lidt (3), En del (5)
12	Opgaver fra GE-kem: Slet ikke (7), Lidt (0), En del (1)
13	Opgaver fra kolleger: Slet ikke (5), Lidt (9), En del (0)
19	Deltagelse næste år: Ja (10), Nej (5), Ved ikke (1)

Tabel 4: Svar fra lærerspørgeskemaet. Der blev indtastet 17 besvarelser. Svarene i tabellen reflekterer svarmuligheder i spørgeskemaet.

#	Spørgsmål	Type
1	Hvilke af hjemmesidens tilbud har du benyttet dig af?	MCF
2	Hvilke af hjemmesidens tilbud synes du, at du har fået godt udbytte af?	MCF
3	Læste eller lyttede du teksten?	MC1

4	Hvor meget fik du ud af teksten?	MC1
5	Fik du lavet øvelserne?	MC1
6	Hvor meget lærte du af øvelserne?	MC1
7	Var Moodle godt eller skidt, og hvorfor?	FT
8	Opgaverne regnede vi på klassen. Fik du regnet opgaverne?	MC1
9	Hvor meget forøgede arbejdet med opgaverne din forståelse?	MC1
10	Vi arbejdede nogle gange med animationer på nettet, eller læreren brugte dem til at illustrere begreber eller processor med. Fik du udbytte af det, og i givet fald hvad?	FT
11	Hvor meget fik du ud af at lave eksperimenterne?	MC1
12	Hvor meget fik du ud af at arbejde med at skrive din rapport?	MC1
13	Hvad fik du ud af at lave eksperimenterne?	FT
14	Hvad var de bedste ting ved forløbet?	FT
15	Hvad var de værste ting ved forløbet?	FT
16	Er der andet ris, ros eller forbedringsforslag?	FT
17	Hvis du skulle give forløbet en karakter, hvad skulle det så have?	MC1

Tabel 5: Spørgeskemaets spørgsmål med spørgsmålstype. De samme koder som ovenfor.

#	Svar
1	Hjemmesidetilbud: Læseteksten (18), Lydfil (6), Formelside (18), Moodleøvelser (16), Norm. Øvelser (12), Fysisk aktivitet (8), Netaktivitet (9), Øvelsesvejledninger (14)
2	Hjemmesideudbytte: Læseteksten (17), Lydfil (4), Formelside (17), Moodleøvelser (13), Norm. Øvelser (7), Fysisk aktivitet (3), Netaktivitet (5), Øvelsesvejledninger (12)
3	Læst/lyttet: Læst (14), Lyttet (1), Begge (5)
4	Tekstudbytte: Lidt (1), Midt imellem (11), Meget (5)
5	Lavet øvelser: Altid (5), Som regel (11), Kun i Moodle (4), Sjældent/aldrig (0)
6	Øvelsesudbytte: Lidt (2), Midt imellem (12), Meget (6)
8	Opgaver regnet: Alle (2), De fleste (12), Nogle (6), Ingen/næsten ingen (0)
9	Udbytte opgaver: Lidt (0), Midt imellem (11), Meget (9)
11	Udbytte eksperimenter: Lidt (1), Midt imellem (10), Meget (8)
12	Udbytte rapport: Lidt (0), Midt imellem (5), Meget (14)
17	Karakter: 12 (1), 10 (9), 7 (4), 4 (5)

Tabel 6: Svar fra spørgeskemaet der blev designet af en lærer til dennes klasse efter et forløb. 20 elever sendte besvarelser.