

ERIK KNAIN, ANNE KRISTINE BYHRING OG METTE NORDBY, UMB

Bruk av læremidler i komplekse miljøspørsmål

En casestudie i prosjektet ARK&APP, naturfag, yrkesfaglig studieprogram Vg1.

ERIK KNAIN, ANNE KRISTINE BYHRING OG METTE NORDBY, UMB



© ERIK KNAIN, ANNE KRISTINE BYHRING, METTE NORDBY

2014

ISBN: 978-82-569-7002-5 (trykt)

ISBN: 978-82-569-7003-2 (elektronisk)

Trykk: Reprosentralen, UiO

Web-versjon tilgjengelig på www.udir.no

FORORD

Utdanningsdirektoratet har lyst ut oppdraget med forskning på læremidler på oppdrag fra Kunnskapsdepartementet. En av utfordringene er å få kunnskap om hvordan læremidler bidrar til ulike former for læringsprosesser for å nå kompetansemålene i læreplanen for fagene i skolen.

Institutt for pedagogikk (IPED) ved Det utdanningsvitenskapelige fakultet (Universitetet i Oslo, UiO) er ansvarlig for denne forskningen i et treårig prosjekt på oppdrag fra Utdanningsdirektoratet.

Formålet med forskningsprosjektet er å få økt kunnskap om hvilken betydning læremidlene har for undervisning og læring etter kompetansemålene i gjeldene læreplaner. Prosjektet undersøker ulike praksiser i klasserommet i fire fag; matematikk, naturfag, engelsk og samfunnsfag. I alt gjennomføres det 12 casestudier på tre ulike nivåer i grunntdanningen (mellomtrinnet, ungdomsskole og videregående skole).

Vi takker alle lærere, elever, samt skoleledere og skoleeiere som har deltatt i casen i denne rapporten. Gjennom deltakelsen har dere gitt oss mulighet for å få innsikt i hvilken rolle trykte og digitale læremidler spiller i planlegging, gjennomføring og evaluering av undervisning.

Vi takker også Utdanningsdirektoratet for konstruktiv oppfølging og deres eksternt oppnevnte forsker Tom Wikman ved Åbo Akademi for nyttige kommentarer til arbeidet.

Vi håper at disse delrapportene kan være av interesse for både forskere, lærere, skoleledere, beslutningstakere og andre som jobber med problemstillinger knyttet til hvordan lærere og elever arbeider med læremidler.

Prosjektet har en egen styringsgruppe som er ledet av professor Sten Ludvigsen ved Universitetet i Oslo. Prosjektet *ARK&APP* ledes av forsker Øystein Gilje ved UiO.



Prosjektleder
Øystein Gilje



Leder av styringsgruppa
Sten Ludvigsen

Oslo, februar, 2014.



Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	5
1. Innledning	10
1.1 Beskrivelse av casen.....	11
1.2 Kompetansemål og undervisningsforløpet.....	11
2. Læremidler og arbeidsformer.....	13
2.1 Læremidler i bruk i naturfag – kunnskapsstatus	13
2.2 Kunnskapsstatus og utgangspunkt.....	17
2.2.1 Utfordringer for arbeidsformer.....	17
2.2.2 Bruk av spill i skolen	17
2.2.3 Energispillet som læremiddel	19
3. Feltarbeid, data og metode.....	21
3.1 Data og beskrivelse av feltarbeidet.....	21
3.1.1 Beskrivelse av casen.....	21
3.1.2 Beskrivelse av data	23
3.2 Analyser av data	24
4. Resultater	25
4.1 Arbeidsformer og læremidler.....	28
4.1.1 Hvilke læremidler og læringsressurser brukes?.....	28
4.1.2 Interaksjon mellom lærer, elever og læremidler	30
4.1.3 Elevinteraksjon under spilling	32
4.1.4 Gruppearbeidet.....	35
4.2 Deltagelse, engasjement og læring	36
4.2.1 Lærebok, spill og motivasjon	36
4.2.2 Hvilket begrepsutbytte har elevene?	37
5. Drøfting av funn	40
Referanser.....	46
Vedlegg 1: Definisjon av læremidler, teori og forskningsdesign.....	50
Vedlegg 2: Case-spesifikke oppgaver, læremidler og dokumentasjon	59

Sammendrag

I forskningsprosjektet *ARK&APP* (2013–2015) blir det gjennomført to kvantitative spørreundersøkelser og 12 kvalitative casestudier. Lærerens valg og bruk av læremidler og læringsressurser, samt elevenes valg av læringsressurser står sentralt i prosjektet *ARK&APP*. Caserapportene studerer spesielt hvordan læremidler og læringsressurser benyttes i avgrensede undervisningsforløp, ved å legge vekt på den funksjonen de har i interaksjonen mellom lærer og elev, og hvordan de skaper engasjement og læring hos elevene.

Rapporten som her foreligger, beskriver det første av tre caser i naturfag. Casen er gjennomført våren 2013 i en klasse på en videregående skole i Akershus, yrkesfaglig studieprogram Vg1. De aktuelle kompetansemålene i casen er knyttet til hovedområdet *Bærekraftig utvikling* i Læreplan for naturfag. Tre overordnede spørsmål ligger til grunn for analysene i rapporten:

- Hvordan benyttes læremidlene i undervisningsopplegget?
- Hvilken funksjon har bruken av læremidlene i interaksjonen mellom lærer og elever?
- Hvordan bidrar bruk av læremidlene til engasjement og læring hos elever?

Hovedområdet *Bærekraftig utvikling* skiller seg fra de andre hovedområdene ved å gå ut over naturfag og naturvitenskap som definert ramme. Det skjer ved at området omfatter læringsmål knyttet til global sosial rettferdighet for dagens og kommende generasjoner, føre-var-prinsippet og et komplekst samspill mellom miljø, økonomi og samfunn. Undervisningsopplegget i casen har tre komponenter: et designforsøk med simuleringsspillet *Energispillet.no*, et kortere opplegg med film og arbeidsark, og et gruppearbeid med tema innenfor området bærekraftig utvikling. *Energispillet* er et nettbasert læringsspill som fokuserer på tema innen energi, miljø og klima. *Energispillet* stiller elevene overfor kompleksiteten i miljøspørsmål ved at de må veie ulike hensyn opp mot hverandre, som å tilfredsstille behovet for energi i en simulert verden opp mot ulike miljøfaktorer. Mange elever har mye erfaring med ulike typer dataspill utenfor skolen, og dermed vil elevenes spilling skje med både «spill» og «skole» som erfaringsrammer.

Feltarbeidet strakte seg over mai måned i 2013. Naturfagklassen besto av 15 elever, 10 gutter og 5 jenter, på yrkesfaglige utdanningsprogram i bygg- og anleggsteknikk, helse- og oppvekstfag og service og samferdsel. Innsamlede data i casen innbefatter pre- og posttest, observasjon av elever og lærer, intervjuer med lærer og elever, samt ulike elevarbeider. Observasjonene ble støttet av video- og/eller lydopptak, og under observasjonen kodet man etter et fastlagt kodeskjema med fokus på elevarbeidsformer og læreraktivitet.

Vi observerte bruk av ulike læremidler og læringsressurser. Den vanligste elevarbeidsmåten var gruppearbeid. I og med at læreren typisk trakk inn mer enn ett læremiddel i undervisningen, hadde oppgaveark en viktig funksjon som ramme og for å binde sammen muntlig og skriftlig aktivitet. Vi har

også sett eksempler på hvordan læreren oppmuntrer elevene til å se sammenhenger mellom lærebok og spillerfaringer. Elevene har vekslet mellom engasjerende spill, tett knyttet til muntlighet, og skriftlige framstillinger, i en konstruktiv veksling mellom funksjonelle, grunnleggende ferdigheter. Samtidig var det lite lærerstyrt helklasseundervisning. Vi mener at begrepsliggjøring av sammenhenger mellom energibruk, klima og biologisk mangfold kunne vært løftet fram på klassenivå på en mer autoritativ måte av læreren, slik at elevene fikk ytterligere støtte i å skape sammenhenger mellom ulike læringsressurser og slik fikk utviklet sin forståelse.

Læreren forventet av spillet at det skulle virke motiverende på elevene og gi en felles erfaringsbakgrunn som kunne knyttes til begrepene. Hun forventet at spillet ville bringe inn en kompleksitet hvor elevene måtte velge mellom flere alternativer uten fasit. Lærerens forventninger ble her innfridd. På dette punktet er det konsistens mellom intervjuene med lærer og elever, og med våre observasjoner. Analyser av interaksjonsdata viser at noen elever spiller mer handlingsrettet, andre mer reflektert og spørrende.

Mange av elevene i denne casen har et noe anstrengt forhold til læreboka. Læreren sier at den er vanskelig for elevene, som på sin side forbinder den med passiv og kjedelig undervisning. Vi har også registrert at læreren mener læreboka er mangelfull i temaet bærekraftig utvikling, men at den er god på det begrepsmessige. Samtidig er det det som er utfordrende med læreboka, som også kan gi viktig utbytte i naturfag: å utvikle funksjonell lesekompetanse i møte med naturfaglige tekster. Læreboka representerer kunnskap som er strukturert og lagt til rette for skolen og viser hvordan viktige uttrykksformer benyttes i naturfag, og har derfor fortsatt en viktig rolle i faget. Skal skolen utvikle elevenes evne til kritisk vurdering av miljøspørsmål, må elevene øve på å anvende ulike læringsressurser i situasjoner hvor de må argumentere for egne vurderinger og drøfte naturfaglige problemstillinger. En god utvikling for naturfaget vil kanskje være at læreboka blir en av flere ressurser, og at bruken tilpasses temaene det skal arbeides med.

Summary

Two quantitative surveys and 12 qualitative case studies will be conducted in the research project ARK&APP (2013–2015). The present study is the first of three case studies in school science. Three research questions guide this case study:

- How are educational resources used in teaching practices?
- How do various educational resources function in interactions between students and teachers?
- How do educational resources foster engagement and learning among students?

The study was conducted in spring 2013 in an upper secondary school in Akershus County, north of Oslo. Ten boys and five girls aged 15 and in their first year in a vocational track participated. The teaching topics focused on sustainable development in the curriculum (Kunnskapsløftet, LK06). Classroom observations of teacher and student activities were conducted and supported by sound and video recordings. Altogether, 13 lessons were observed. In addition, data collected pre- and post-tests focused on types of power plants, energy use, definitions and examples of sustainable development and conflicts of interest. Teachers and students were also interviewed; the focus was on use of educational resources. Methods from case studies in previous research were used in the analysis, i.e., discussions from research groups and memo writing constituting inductive and deductive movements between datasets and within datasets. Key issues found during observations have guided the analysis of recordings.

Key concepts in this teaching unit were sustainable development, conflict of interest and the precautionary principle. Environmental problems explored in sustainability education are complex because they are both local and global. They may be ill-defined in terms of the knowledge domain, they have an ethical and political dimension and they are significantly part nature and part society. Established scientific knowledge tends to be problematic in such complex issues when risk and uncertainty come to the forefront. The teaching design in this case had three main components: a design experiment with the simulator game *Energispillet.no* (energy play), an assignment with worksheets and film as learning resources and group work where students produced a PowerPoint presentation on a specific topic assigned by the teacher. *Energispillet.no* is a pedagogical single player simulation game, intended to offer students an opportunity to learn about the environment and energy supply. The students played in groups of two or three. Short films, various internet resources and the textbook were also used as learning resources. Use of handouts was prevalent. These sheets enabled connections to be made between the assignments and the different learning resources being used, facilitating a space for student-centred talk and structure-focusing concepts and issues. During student work, the teacher reminded them to focus on the worksheet (handouts) and supported them in making connections between educational resources in thematic development. In particular, this mediating

activity was important in the energispillet.no sessions. However, the teacher said in interviews that she found making students pause to reflect during play challenging.

In the two groups selected for observation, we identified two different playing styles. One group of boys shifted between concentrated play and off-task activities but managed to systematically solve problems that occurred by drawing on information made available from the play. Their somewhat frantic mode of play indicated the ‘action’ aspect of playing. The other group had a more reflecting and questioning style of play. They even worked on the worksheet while the play was ticking in the background. Our observations suggest that all students found it an engaging experience, and that they were confronted by the complexity that the teacher and the researchers intended. This finding is consistent across observations and interviews. It also stands in marked contrast to a more traditional group work in the case study where students were off task more often.

The extensive use of worksheets is related to the fact that students worked in groups half of the time. The work sheets were important for mediating between different educational resources and learning goals and between talk and writing. However, the learning goals were seldom made explicit to students. There were very little teacher-led whole class interactions where the subject matter or issues related to sustainable development were taught. Additionally, there was little focus on whole-class interactions, summing up or clarification of students’ work. Thus, the main interaction between the students and teacher was during group work. Although the students showed substantial gains from pre- to post-test, we suggest that they would have gained even more if whole-class introductions and summaries had been more prevalent.

This case has similarities and differences with previous research on classroom practices in school science. We saw less whole-class teaching structured by the textbook and fewer students solving textbook assignments that in previous studies, notably PISA+. However, this case study support previous research that found that little time was used in summing up and commenting on students’ work. Additionally, the teacher seemed to be more focused on and more comfortable with her role of shifting between bringing in a more authoritative voice and allowing students to make their own sense, which contrasts with PISA+ findings.

We conclude that this case study has shown some good teaching practices for teaching sustainable development, i.e. allowing ample space for students to discuss and make sense while supervising them and helping them make connections between heterogeneous learning resources. Digital media is important for making the science classroom permeable to current local issues from various perspectives and for allowing for complexity. The textbook still has a role in exemplary, structured learning in school science practices.

1. Innledning

I forskningsprosjektet *ARK&APP* (2013–2015) blir det gjennomført to kvantitative og 12 kvalitative studier, såkalte casestudier. De kvantitative studiene er to nasjonale spørreundersøkelser, en våren 2013 og en høsten 2014. Disse undersøker skoleeieres og skolelederers forhold til læremidler i grunnopplæringen, og hvordan lærere velger og bruker læremidler i sin planlegging, gjennomføring av undervisning samt vurderingsarbeid. Funnene fra disse spørreundersøkelsene blir presentert i egne kapitler i NIFU-rapporten *Spørsmål til Skole-Norge* (2013 og 2014), samt i tre synteserapporter til slutt i prosjektet (2015/16). Hver enkelt casestudie er en såkalt dybdestudie, og analyserer sammenhengen mellom arbeidsmåter og bruken av læremidler i fire fag: samfunnsfag, engelsk, matematikk og naturfag. Resultatene fra disse caserapportene og de to nasjonale spørreundersøkelsene vil samlet bli drøftet i de tre synteserapportene. Samlet vil disse endelige rapportene svare på prosjektets fem problemstillinger. Hver caserapport eller delrapport underveis i prosjektet gir derfor ikke fullgode svar på samtlige problemstillinger i prosjektet.

Rapporten som her foreligger, beskriver den første av tre caser i naturfag, og ble gjennomført som den andre av i alt 12 caser i forskningsprosjektet *ARK&APP*. Casen er gjennomført våren 2013 på 1. trinn i en videregående skole, Vg1. Tre hovedspørsmål er grunnleggende for analysen i rapporten.

- Hvordan benyttes læremidlene i undervisningsopplegget?
- Hvilken funksjon har bruken av læremidlene i interaksjonen mellom lærer og elever?
- Hvordan bidrar bruk av læremidlene til engasjement og læring hos elever?

Første del i denne rapporten gir en kort beskrivelse av casen som er gjennomført og bakgrunn. Andre del gir en kortfattet oversikt over undervisning og læring i naturfag, og deretter en oversikt over forskning som belyser den spesifikke bruken av læremidler og metoder som er brukt i casen. Tredje del redegjør for datainnsamling og metoder samt analytiske strategier i case-arbeidet.¹ Fjerde del er hoveddelen og presenterer funnene og gir ved hjelp av to kakediagrammer en visuell oversikt over hvilke former for undervisning som fant sted i caseperioden. Deretter følger en todelt analyse der vi først ser på hvordan læremidler blir brukt i undervisningen og i interaksjonen mellom læreren og elever, og dernest mellom elevene i gruppearbeid. Den siste delen av analysen viser hvordan de ulike

¹ En definisjon av læremidler, teoretisk utgangspunkt, og analytiske strategier for rapporten finnes i Vedlegg 1.

læremidlene bidrar til deltagelse, engasjement og læring hos elevene. Rapporten avsluttes med en kort diskusjon av funn og en oppsummering.

1.1 Beskrivelse av casen

Denne første naturfagscasen er gjennomført på 1. trinn i videregående skole. Det aktuelle kompetansemålet som casen er knyttet til, er Bærekraftig utvikling, slik det er formulert i Kunnskapsløftet for naturfag Vg1, yrkesfaglig studieretning.

Hovedområdet Bærekraftig utvikling skiller seg fra de andre hovedområdene ved å gå ut over naturfag og naturvitenskap som definert ramme. Det skjer ved at området omfatter læringsmål knyttet til global sosial rettferdighet for dagens og kommende generasjoner, føre-var-prinsippet og et komplekst samspill mellom miljø, økonomi og samfunn (Drexhage & Murphy, 2010). Utfordringene og ambisjonene for skolen er tilsvarende store, slik det framgår av Utdanningsdirektoratets handlingsplan (Utdanningsdirektoratet, 2012). Ambisjonene henger sammen med enda større utfordringer: Vi ser konturene av en framtid som er svært forskjellig fra det man har kjent til tidligere, med raskere og mer dyptgripende endringer enn menneskeheten noen gang har stått overfor (Gore, 2013).

1.2 Kompetansemål og undervisningsforløpet

Elever i dagens grunnopplæring møter et stort mangfold av tekster, spill og teknologier på tvers av ulike fag i skolen. I denne caserapporten belyser vi arbeidet med et nettbasert spill i kombinasjon med film, gruppeoppgaver og en lærebok i naturfag. En slik case illustrerer hvordan elevene må forstå komplekse sammenhenger der de arbeider med ulike tekster og teknologier.

Utgangspunktet for undervisningsoppleggene i casen er følgende kompetansemål om bærekraftig utvikling hentet fra den aktuelle læreplanen:

- forklare hva som ligger i begrepene: a) føre-var-prinsippet, b) usikker kunnskap og c) begrepet bærekraftig utvikling, og d) gi eksempler på dette
- vurdere miljøaspekter ved: a) forbruksvalg, b) avfallshåndtering og c) energibruk
- velge ut og beskrive noen globale interessekonflikter og b) vurdere hvilke følger disse konfliktene kan få for lokalbefolkning og for verdenssamfunnet
- gjøre greie for hvordan det internasjonale samfunnet arbeider med globale miljøutfordringer

Undervisningsopplegget i casen har tre komponenter: et designforsøk med simuleringsspillet Energispillet.no, et kortere opplegg med film og arbeidsark, og et gruppearbeid.

Energispillet er et nettbasert læringsspill som tar opp tema innen energi, miljø og klima, og som inngår i anbefalte ressurser fra Utdanningsdirektoratet (Utdanningsdirektoratet, 2013). Energispillet stiller elevene overfor kompleksiteten i miljøspørsmål ved at de må veie ulike hensyn opp mot hverandre, som å tilfredsstille behovet for energi i en simulert verden opp mot ulike miljøfaktorer. Samtidig koster ulike tiltak penger, slik at de også må prioritere ressursbruk. Det er forskerne som har introdusert Energispillet for læreren, og denne delen av casen beskriver derfor ikke lærerens «vanlige» praksis. Undervisningsopplegget rundt Energispillet ble utformet i et samarbeid mellom lærer og forskerne. Som en del av opplegget arbeidet elevene med oppgaveark under og etter spilling.

Etter opplegget med Energispillet fulgte en økt med bruk av filmsnutter sammen med oppgaveark (se Vedlegg 2a). Her skulle elevene på bakgrunn av erfaringene fra Energispillet først diskutere hvordan man kunne sikre energiforsyningen og samtidig redusere CO₂-utslippene. Elevenes forslag ble lagt fram i en lærerstyrt helklassesamtale. Deretter så elevene filmen «Tiltak som virker» fra klimafilm.no, før de svarte på oppgaver.

Gruppearbeidet ble planlagt og gjennomført av læreren. Her fikk elevene i oppgave å lage en presentasjon over et tema de fikk av læreren. Hver gruppe fikk ett av følgende tema: «internasjonalt miljøsamarbeid – FN», «internasjonalt miljøsamarbeid – frivillige organisasjoner», «reindriftsnæringen i Norge», «regnskogen i Amazonas» og «oljeboring i nord». Presentasjonene ble gitt til hel klasse.

Casen er innrettet mot undervisning som tar i bruk datasimuleringer og animasjoner med ulike fornybare ressurser som tema. Her blir elevene utfordret til å vurdere forskjellige utviklingsmuligheter og konsekvenser. Gjennomføringen av undervisningsoppleggene er utført av lærer, med forskere som lærerstøtte kun under spilling av Energispillet.

Til sammen 13 skoletimer inngikk i feltarbeidet, inkludert tid til pre- og posttest. Opplegget med Energispillet strakte seg over 6 skoletimer, opplegget med film og oppgaveark var begrenset til 2 skoletimer, mens gruppearbeidet strakte seg over 4 skoletimer. Data som ble innhentet, er observasjoner av henholdsvis lærer og elever, lyd- og videoopptak, bilder og intervjuer. En pre- og posttest rettet mot Energispillet ble også benyttet. En oversikt over feltarbeidet er gitt i Tabell 1 side 16.

2. Læremidler og arbeidsformer

I denne delen skal vi i punkt 2.1 gi et omriss av fagets egenart, som bakgrunn for å løfte fram noen hovedtrekk ved bruk av læremidler i faget. I punkt 2.2 knytter vi bruk av læremidler til undervisningsformer og utfordringer i faget. Vi vil spesielt peke på utfordringer knyttet til tema og læremidler i denne casen: undervisning om bærekraftig utvikling med læremidler både digitalt og på papir. Vi avslutter denne delen med en kort innføring i vårt teoretiske utgangspunkt. I del 5 vender vi tilbake til disse definisjonene av ressurser som blir brukt i klasserommet, idet vi plasserer denne casen langs to akser som viser både distinksjonen mellom trykte og ikke-trykte læremidler, og mellom læremidler og ressurser for læring.

2.1 Læremidler i bruk i naturfag – kunnskapsstatus

Naturfag i norsk skole omfatter et vidt spenn av forskjellige fag og emner. De naturvitenskapelige disiplinene kjemi, fysikk, biologi og geofag er i skolen integrert i ulike hovedområder som i grunnskolen er kropp og helse, fenomener og stoffer, mangfold i naturen og teknologi og design. Verbene som innleder de ulike kompetansemålene i ulike hovedområder, peker mot grunnleggende ferdigheter i naturfag, som å forklare, beskrive og argumentere. Denne språklige siden ved naturvitenskapen er integrert i en empirisk side (Knain, 2008). Forskerne spekulerer, diskuterer, argumenterer og presenterer på grunnlag av observasjoner og eksperimenter. Forskernes argumentasjon skjer gjerne i tett samspill med avansert teknologi som gjør fenomenene som studeres, tilgjengelige (Galison, 1987). I skolesammenheng er det vanlig å peke på at naturfag både er produkt og prosess: som produkt omhandler faget naturvitenskapens begreper, modeller og teorier, som prosess omhandler faget ulike disipliners metoder og verktøy for å frambringe ny kunnskap. Prosessdimensjonen er framhevet i Forskerspiren som eget hovedområde i LK06, Læreplanen i naturfag. Forskerspiren beskriver noen utforskende arbeidsmåter som har mye til felles med «inquiry based science teaching» i engelskspråklig faglitteratur. Samspillet mellom produkt og prosess gjenspeiler seg i læremidler som lages for faget, ved at de gjerne kommer i sett med lærebok, oppgavehefte og praktiske øvelser.

I denne rapporten forstår vi læringsarbeid som elevers arbeid med ulike faglige representasjoner (konkrete bilder, simuleringer, diagrammer, tabeller eller ligninger). Dette arbeidet skjer i et konstruktivt (når det er vellykket) spenningsfelt mellom egne erfaringer og observasjoner, faglige forventninger og tilgjengelige semiotiske (tekstlige) ressurser. Vi gir

eksempler på dette senere i rapporten. Samspillet mellom tekster og empiriske undersøkelser kommer til uttrykk gjennom ulike representasjonsformer i faget. Noen er mer visuelle og empirinære (fysiske modeller og bilder), andre er mer symbolsk representerende (matematiske ligninger). Også muntlig og skriftlig språk er representasjonsformer. For elevene er representasjonsformene verktøy også for å skape sammenheng mellom dagligdagse erfaringer og fagets mer abstrakte begreper og modeller (Jaipal, 2009; Jewitt, Kress, Ogborn & Tsatsarelis, 2001; Wu & Krajcik, 2006). Læremidler i faget kan forstås som støtte for elevene i å anvende representasjoner gjennom at de får eksempler hvor representasjonsformene er brukt faglig, og gjennom oppgaver og øvinger hvor de selv anvender ulike representasjonsformer. Læreboka har slik en viktig funksjon i å modellere bruk av representasjonsformer i naturfag. Selv om Kunnskapsløftets grunnleggende ferdigheter ikke var eksplisitt tema i design eller undervisning, illustrerer denne casen et komplekst samspill mellom lesing, skriving, muntlighet og digitale ferdigheter som uttrykk for ulike kompetanser i miljøspørsmål. Den er dermed et klart eksempel på at grunnleggende ferdigheter er noe mer enn basisferdigheter, som først og fremst trenger å bli undervist i grunnskolen (Hertzberg, 2010).

Ved siden av det eksplisitte faglige budskapet i læreboka, representerer også læreboka implisitte budskap og verdier. Slike implisitte budskap er uttrykk for en ideologisk side ved naturfag knyttet til hva som teller som «riktig» naturfag, hvem faget er ment for, og hva som er hensikten er med faget. Tidligere studier av lærebøker i naturfag gjort av Knain (2001) har pekt på at norsk naturfaglig tradisjon bygger på et individsentrert syn på naturvitenskap, hvor forskerfellesskapets betydning for kunnskapsutviklingen ofte underkommuniseres.

Antakeligvis er læreboka fortsatt sentral i naturfag, selv om det er vanskelig å trekke generelle konklusjoner. Forskningen tyder på at løsning av oppgaver fra læreboka er en dominerende aktivitet (Skjelbred, Solstad & Aamotsbakken, 2005). Aamotsbakken og Askeland drøfter hvordan læreboka og digitale ressurser som utformes av forlagene sammen med læreboka, blir tekstkomplekser som endrer lærebokas rolle og øker betydningen av læreren som rådgiver og leselærer (Aamotsbakken & Askeland, 2012).

I en omfattende spørreundersøkelse fant Bachmann (2005) at lærere som underviser i natur- og miljøfag (L97), bruker både lærebøker og lærerveiledninger mer enn hva som er tilfelle i de andre faggruppene (engelsk, kunst og håndverk, matematikk, musikk, norsk og samfunnsfag). Natur- og miljøfaglærere er samtidig den gruppen som bruker andre ressurser

(tidsskrift, fagbøker, dagspresse/uketidsskrift, fjernsyn/video og Internett) mest. «Læreboken er med andre ord ikke bare elevenes arbeidsbok, men kanskje like mye lærerens kilde til å rekonstruere det stoffet som han planlegger å presentere i undervisningen. Ifølge lærerne bruker elevene læreboken først og fremst som lesestoff, leksestoff og som kilde til skriftlige oppgaver» (Bachmann 2005, s. 328).

Læreboka kan oppfattes som å stå i konflikt med undervisning som vektlegger elevenes stemme og kreativitet, men læreboka er viktig for å skape dynamikk mellom autoritativ kunnskap og elevenes egne oppfatninger (Yeo & Tan, 2010). Dette er en viktig diskusjon også i denne casen, særlig i temaet bærekraftig utvikling, som krever en åpning av faget også i retning av etiske, politiske og dagsaktuelle saker. IKT gir mange muligheter for å åpne opp faget, men dette kan føre til spenninger i syn på kunnskap, læringsstrategier og vurderingsformer (Erstad, 2010; Klevenberg & Knain, 2011).

IKT har i vesentlig grad endret naturvitenskapens representasjoner. Hvilke implikasjoner har dette for naturfag? I en bredt anlagt undersøkelse har Smetana og Bell (2012) gått gjennom 61 studier av digitale representasjoner i form av simuleringer i naturfag. Overordnet tegner denne gjennomgangen et meget positivt bilde av det utbyttet elevene får ved bruk av digitale representasjoner i naturfag (for eksempel i simuleringer, visualiseringer og interaktive laboratorier), men hvor godt læringsutbyttet er, ser ut til å henge tett sammen med det spesifikke designet og undervisningskonteksten det anvendes i. Smetana og Bell peker også på at det som fungerer best, ser ut til å være en blandingsbruk av digitale representasjoner i samvirke med trykte læremidler. Det å kunne korrigere elevenes arbeid underveis har særlig god effekt i forbindelse med de digitale representasjonene. Et kritisk punkt for læreren er balansen mellom å gi elevene nødvendig informasjon («svaret») på den ene siden, og på den andre siden å støtte dem videre i prosessen fram mot et svar. Dessuten er det en utfordring å etablere sammenheng mellom oppgavene elevene arbeider med, og det større kunnskapsfeltet oppgaven inngår i (Furberg & Berge, 2003; Wasson & Ludvigsen, 2003). Dette er utfordringer som gjelder utforskende arbeidsmåter mer generelt. I norsk sammenheng har Viten.no fått betydelig brukerutbredelse som et verktøy for skolen. Faktorer som ser ut til å være viktig for at lærere skal ta i bruk et slikt verktøy, er klar kobling til læreplanen, kort opplæringsstid for elevene i bruken og at læreren har mulighet til å følge elevene i deres arbeid (Mork & Jorde, 2005).

Så langt har vi drøftet sider ved naturfag og læremidler som hører trygt til i en naturfaglig ramme. Temaet i denne casen er imidlertid ikke begrenset til naturfaglig kunnskap. Under hovedområdet Bærekraftig utvikling er det flere av kompetansemålene som impliserer komplekse, overskridende spørsmål (Gros, 2007; Tomkinson, 2009). Slike spørsmål kjennetegnes ved at de ikke har entydige svar, slik vi i større grad finner i andre temaer i naturvitenskap. Det henger sammen med at de er vanskelige å avgrense. Murgatroyd (2010) omtaler miljøspørsmål som «wicked problems» kjennetegnet ved at de savner en klar problemformulering, ikke har klar avslutning, mangler svar som er entydige, ofte er symptomer på andre problemer og er vanskelige å forklare med én bestemt årsak. Forsøk på å løse slike problemer vil ofte endre problemet, så derfor er det lite rom for å prøve og feile. Miljøspørsmål rommer gjerne etiske og/eller politiske argumenter i tillegg til argumenter basert på kunnskap eller hypoteser fra naturvitenskap og andre fag. Kunnskapen kan være usikker eller omstridt også i forskersamfunnet, og objektivitet som skal sikres gjennom vitenskapelige metoder, kan støte mot med etiske og politiske interesser (Kolstø, 2001; Ryder, 2001). Selv om casen i denne rapporten ikke er forankret i et bestemt stridsspørsmål, er forskningsfeltet som betegnes SSI, «socio-scientific issues», relevant. Viktige undervisningsprinsipper for SSI er å ta utgangspunkt i en engasjerende sak, presentere saken for elevene innledningsvis, støtte argumentasjon og beslutningstaking og bruke media og teknologi til å støtte elevenes læringsprosesser og knytte aktiviteter til verdenen utenfor klasserommet (Sadler, Klosterman & Topcu, 2011).

SSI åpner for å knytte naturfag til dagsaktuelle spørsmål. Samtidig utfordrer dette naturfaget. Skal skolen utvikle elevenes evne til kritisk vurdering av naturfaglig informasjon, er det viktig at de lærer å anvende kunnskapene i situasjoner hvor de må argumentere for egne vurderinger og drøfte naturfaglige problemstillinger. Denne drøftende og problematiserende siden ved naturfag passer ikke nødvendigvis greit inn i en naturfaglig tradisjon hvor spesielt vurderingspraksis er tilpasset gjengivelse av faktakunnskap, og hvor læreboka fortsatt står sterkt.

2.2 Kunnskapsstatus og utgangspunkt

2.2.1 utfordringer for arbeidsformer

Evalueringer gjort av Reform 97 (Klette, 2003) tegner et bilde av norske klasserom som i stor grad er dominert av helklasseundervisning og arbeid med oppgaver der interaksjonen først og fremst er helklassesamtaler. Elevene bruker relativt mye tid på å arbeide med oppgaver enkeltvis. Resultater fra studien PISA+ indikerer at naturfag i norsk skole har et relativt smalt repertoar av læringsaktiviteter, hvor den lærerstyrte helklasseundervisningen dominerer, og hvor interaksjon og elevdialog utgjør en stor del. Selv om det må tas høyde for tilfeldigheter i caseutvalget, finner PISA+ at andelen gruppebaserte aktiviteter i de observerte klasserommene er mindre enn forventet. Et uventet funn er at laboratoriearbeid og eleveksperimenter spiller en mindre rolle enn forventet. Dialogen i helklassesettingen dreier seg om å innføre nytt fagstoff og gir mindre rom for elevers snakk ut fra egne erfaringer fra for eksempel praktisk arbeid. Det er heller ikke så mye rom for utforskende dialoger (Klette et al., 2008; Ødegaard & Arnesen, 2010). Lærere som ble intervjuet i PISA+, uttrykte at de var usikre på når de skulle utøve kontroll og styring. En gunstig rytme i vekslingen mellom frihet og styring er viktig både når det gjelder begrepslæring (Scott, Mortimer & Aguiar, 2006) og i utforskende arbeidsmåter (Bjønness, Johansen & Byhring, 2011). PISA+-rapporten bemerker at elevene beskriver lærebøker som komprimerte og vanskelig tilgjengelige, noe vi kommer tilbake til i punkt 4.2. Slik sett står læreboka som representant for fagkultur og normfellesskap hvor naturvitenskapens språk kjennetegnes av både abstraksjon og fremmede uttrykk. Løsningen er naturligvis ikke å gi avkall på autoritativ kunnskap og uttrykksformer representert ved læreboka, men heller at læreboka kombineres med andre læremidler, og at autoritative framstillinger veksler med rom for elevenes refleksjon (Wallace, 2004).

2.2.2 Bruk av spill i skolen

I denne casen danner spill (Energispillet) en kontrast til læreboka ved at datamaskinen skaper ny tekst fortløpende som følge av spillerens valg, og ved at spillere kan samarbeide om spilling når spillet er nettbasert. Dette digitale læremiddelet åpner for nye arbeidsmåter og samhandlingsmønstre. Nedenfor vil vi gi et omriss av forskning på spill i skolen, før vi ser nærmere på Energispillet.

Mange unge mennesker bruker mye tid på dataspill, enten de spiller på datamaskiner, spillkonsoller eller på ulike mobile teknologier. Norsk Mediebarometer rapporterer at 65 prosent av gutter 9–15 år og 26 prosent av jenter i samme alder spilte ett eller flere digitale

spill daglig i 2012 (Vaage, 2013). Hovedgrunnen til at unge spiller, er for å underholdes (Ulicsak & Williamson, 2011; Williamson, 2009). Læringsutbyttet fra spillet er avhengig av spillet de spiller, konteksten rundt spillingen, og deres egne interesser i spillet.

Det er en besnærende tanke at dataspill kan øke elevenes læring i skolen. Forhåpningene knytter seg til læring av faglig innhold og til ulike prosessferdigheter. Et gjennomgående tema i litteraturen er at dataspill er motiverende, og at de skaper engasjement (Kirriemuir & McFarlane, 2004; Mitchell & Saville-Smith, 2004; Ulicsak & Williamson, 2011). I naturfaglig sammenheng er det håp om at spillaktivitet kan bidra til at elever lærer å arbeide utforskende. Spill kan skape virtuelle læringsmiljøer med autentiske utfordringer og verktøy for å løse dem (Echeverri & Sadler, 2011). I en gjennomgang av 50 publikasjoner i perioden 1999–2009 rettet mot empiriske undersøkelser av spill i naturfagundervisning, fant Svingby og Nilsson (2011) i de studiene hvor læringsutbytte ble undersøkt, at dataspill gir økt utbytte både i form av naturfaglig innhold (faglige begreper og modeller) og i prosessferdigheter. Men det er snakk om forholdsvis få studier (19) hvor begrepsutbytte er eksplisitt undersøkt.

Forskningen på effekter av dataspilling kan deles mellom de undersøkelser som ser på negative effekter som aggressiv atferd og andre psykologiske konsekvenser, og de som fokuserer på positive effekter som utvikling av kognitive ferdigheter og læring av fagstoff (Linderoth, Latntz-Andersson & Lindström, 2002, s. 235). Gee (2008, s. 1028–1030) hevder at gode dataspill har mange didaktiske prinsipper innebygd i spilldesignet, for eksempel at spill senker konsekvensene ved feiling, og at spillerne blir oppfordret til å utforske, ta risiko og prøve nye ting. Gode spill leder spillerne til en utforskende arbeidsmåte, fordi spill er bygd opp rundt de samme fasene som typisk vitenskapelig arbeid (hypoteseframsetting, undersøkelse, datainnsamling, refleksjon rundt resultater og ny undersøkelse). Gode spill gir informasjon når spilleren trenger den, eller når spilleren velger å etterspørre den.

Ulicsak og Williamson (2011, s. 22–27) rapporterer også om negative effekter ved dataspill: at spill kan være vanedannende og kan føre til stillesittende livsstil og fedme, at dataspills kommersielle karakter har aspekter som ikke er ubetinget positive, og at de i noen sammenhenger kan motarbeide skolens hensikter.

Forutsetningen for læringsutbytte er imidlertid refleksjon etter spilling, som kan skape sammenheng mellom spillerfaringer og tilsvarende situasjoner og problemstillinger utenfor spillverdenen (Arnseth, 2006; de Freitas, 2006). En hovedkonklusjon er at måten spillet blir kontekstualisert på i lærings situasjonen, er vel så viktig som konkrete egenskaper ved selve

spillet. Samme spill kan fungere godt eller dårlig avhengig av den didaktiske rammen. Dette er også en viktig konklusjon i gjennomgangen til Svingby og Nilsson (2011).

2.2.3 Energispillet som læremiddel

Energispillet er en sentral del av denne casen i naturfag. I spillet er målet å disponere de ulike energiressursene på best mulig måte, slik at man sikrer en bærekraftig utvikling i spillverdenen.

Energispillet stiller spillerne overfor disse utfordringene:

- Kan dere bidra til å løse de store klima-, miljø- og energimessige utfordringene samfunnet står overfor?
- Klarer dere å se sammenhengen mellom energibruk i samfunnet, vår levemåte og de belastningene denne bruken påfører miljøet og det biologiske mangfoldet?
- Klarer dere å vurdere ulike alternativer for omforming og bruk av energi for å kunne begrense miljøproblemene?

Energispillet er et simuleringsbasert dataspill gjennom at elevene manipulerer en 3D-verden som er representert på skjermen, men uten levende aktører (og dermed ingen avatar). Et utsnitt av et skjermbilde er vist nedenfor i Figur 1. Bildet viser en by hvor det bygges et energiverk. De uthevede feltene viser at elevene holder på å bygge overføringsledninger.



Figur 1. Utsnitt av skjermbilde i Energispillet

Spillbrettet viser en verden i isometrisk perspektiv (Egenfeldt-Nielsen, Smith & Tosca, 2013, s. 129) og består av et utsnitt landområder med byer, elver, fjell, skog osv. Bare en del av spillbrettet kan ses på en gang, noe som gjør spillopplevelsen mer kompleks fordi spillerne må

holde oversikt også over det som ikke er synlig på skjermen. Spillet kommuniserer med spillerne ved utviklingen på spillbrettet, tekstmeldinger og smiley-symboler som endrer seg i takt med spilllets gang. I spillet kan spilleren velge ulike handlinger som påvirker miljø, klima, energiproduksjon og ressursbruk. Dette kan gjøres gjennom å sørge for overgang fra forurensende til fornybare energikilder, ved å redusere CO₂-utslippene fra energiverk og byer og ved å ta vare på det biologiske mangfoldet. Spilleren kan også forske for å utvikle mer miljøvennlig teknologi, gjennomføre energieffektivisering i husstander eller iverksette ulike miljøkampanjer for å redusere forbruket i byene. Det er viktig å gjøre kloke og veloverveide valg, fordi alle handlinger koster penger.

Ut fra forskningsspørsmålene diskutert i punkt 1.1 ønsker vi å studere hvordan Energispillet blir benyttet som læremiddel inn mot læreplanens hovedområde Bærekraftig utvikling. Vi vil også peke på noen sammenhenger mellom interaksjon mellom elever, læremidler og lærer og vise mulige sammenhenger mellom interaksjon og elevenes utbytte. Elevenes engasjement blir også diskutert.

Elevene arbeider med tekster innenfor en ramme som både støtter og begrenser elevene gjennom deres tidligere erfaringer og innsikter fra lignende situasjoner. Det eleven sier, skriver og gjør, er (til dels ubevisste) uttrykk for det eleven ser på som faglig riktig og relevant i lys av det eleven ønsker å uttrykke, gitt elevens grad av mestring av fagets verktøy og representasjoner. For læreren vil da målet være å designe rammer for elevenes bruk av ressurser slik at elevene designer tekster som er i tråd med faglige forventninger.

Temaet bærekraftig utvikling er i stor grad et tema hvor forventninger til hva som «teller», både som ressurs og som produkt, er mer uklart enn ellers. Konkret i opplegget med Energispillet møtes to forskjellige sett med erfaringer og forventninger. Det ene settet er det som gjelder i skolens naturfag. Bare ved å komme på skolen og gå inn i naturfagrommet etableres noen rammer i form av forventninger til hva som skal skje, hvordan lærere og elever forholder seg til hverandre og hvilke tekster som er viktige. I casen som beskrives i denne rapporten, inngår et pedagogisk spill, Energispillet, som et læremiddel som kan skape andre forventninger. Mange elever har mye erfaring med ulike typer dataspill utenfor skolen, og dermed vil spillingen til elevene skje med både «spill» og «skole» som erfaringsrammer.

Hanghøj (2011) forstår spilling som en interaksjon mellom ulike kunnskapsformer og -tradisjoner:

- spesialisert kunnskap (f.eks. representert i lærebøker)
- ikke-spesialiserte kunnskapsformer utenfor skolen
- skolens institusjonaliserte praksiser
- spillkunnskap

På den ene siden inviterer Energispillet som ressurs til å vektlegge «spillkunnskap»: elevene får «styre» en virtuell verden representert på en PC-skjerm, og spillets interaksjon med spilleren ligner andre spills interaksjon. (Informasjon tilbys eller kan hentes fram, menyknapper utfører visse handlinger, utfordringer skal løses og verktøy tilbys for å løse dem, og en tidsfaktor er med å drive handlingen framover.) Samtidig er det noe skoleaktig over Energispillet i form av faktaark (som elevene kan hente fram inne i spillet) hvor naturfaglige/tekniske begreper (CO₂-utslipp, forskning, forurensning, energibalanse) er vektlagt. Gjennom observasjonen av elevenes bruk av oppgaveark når de spiller, kan vi bedre forstå hvordan de engasjerer seg i spillet innenfor de rammene som undervisningen setter.

3. Feltarbeid, data og metode

Nedenfor beskrives først de ulike fasene og aktivitetene i casen. Deretter beskriver vi tilfang av ulike data og hvordan disse ble bearbeidet.

3.1 Data og beskrivelse av feltarbeidet

3.1.1 Beskrivelse av casen

Feltarbeidet fant sted i mai måned i 2013. Klassen besto av 15 elever, 10 gutter og 5 jenter. Dette var en klasse i naturfag for elever på yrkesfaglige utdanningsprogram innen bygg- og anleggsteknikk, helse- og oppvekstfag og service og samferdsel. Av de 15 elevene godkjente 12 elever deltagelse i prosjektet. Tabellen nedenfor gir en oversikt over forløpet i casen.

Dato	Varighet	Aktivitet
2. mai	45 min	Pretest, introduksjon av Energispillet
6. mai	90 min	1. spillrunde
8. mai	45min	Mellomarbeid
13. mai	90 min	2. spillrunde
15. mai	45min	Etterarbeid
22. mai	90 min	Posttest, overgang til videre arbeid
23. mai	45 min	Oppstart gruppearbeid
27. mai	45 min	Gruppearbeid fortsetter
29. mai	90 min	Framføring gruppearbeid
SUM 9 t 45 min (585 minutter) = 13 skoletimer		

Tabell 1. Oversikt over aktiviteter i casen

Som nevnt i innledningen består casen av tre undervisningsopplegg i temaet bærekraftig utvikling. Opplegget med Energispillet strakte seg over 6 timer, i tillegg kom pre- og posttest (se nedenfor). I dette opplegget spilte elevene sammen i grupper på to og tre. Læreren ga elevene et oppgaveark med spørsmål relatert til spillet.

Dette opplegget ble etterfulgt av en økt med bruk av film sammen med oppgaveark (se Vedlegg 2a). Oppgavearket hadde en tilknytning til erfaringene fra Energispillet i første oppgave ved at elevene ble bedt om å diskutere hvordan man på bakgrunn av disse erfaringene kunne sikre energiforsyningen og samtidig redusere CO₂-utslippene. Neste oppgave var å se filmen «Tiltak som virker» fra klimafilm.no, som læreren viste på lerret, før elevene svarte på oppgaver. I praksis ble filmen vist før de begynte å jobbe med oppgavene. Elevene hadde egne PC-er, og spilling av Energispillet forløp uten tekniske vanskeligheter.

Gruppearbeidet strakte seg over 4 skoletimer og ble planlagt og gjennomført av læreren. Hver gruppe fikk i oppgave å lage en presentasjon over et tema de fikk tildelt av læreren: «internasjonalt miljøsamarbeid – FN», «internasjonalt miljøsamarbeid – frivillige organisasjoner», «reindriftsnæringen i Norge», «regnskogen i Amazonas» og «oljeboring i nord». Presentasjonen ble gitt til hel klasse.

3.1.2 Beskrivelse av data

Forskerne observerte samspillet mellom undervisningsformer, elevarbeidsmåter og bruk av læremidler. Observasjonene ble kodet etter fastlagte koder, samtidig som interaksjonen ble notert beskrivende. Observasjonene ble nesten alltid utført av to eller tre forskere. En observatør hadde i fast oppgave å følge læreren og gjøre nedtegnelser på lærerskjemaet. En annen fulgte elever (i praksis en elevgruppe, siden to til tre elever sammen var den vanlige organiseringen). Det ble også gjort enten lyd- eller videoopptak (eller begge deler) av de gruppene som ble observert. Opptakene gjorde det mulig å studere interaksjonen i detalj.

Det er tatt video av to grupper mens de spiller Energispillet. Opptakene er gjort på to ulike måter for hver gruppe: 1) et frittstående kamera ble plassert på pulten på skrå foran gruppen slik at interaksjonen fanges opp, og 2) skjermvideoen i elev-PC-ene ble aktivert under spilling av Energispillet for å dokumentere gruppens handlinger og dialog rundt spillet. (I tillegg valgte en gruppe å ta opp video av seg selv under spillingen.) Skjermvideoene er så transkribert med både skrift og stillbilder med vekt på elevenes dialog og handlinger i Energispillet.

Pre- og posttest ble gitt elevene i forkant og i etterkant av spilling av Energispillet. Hensikten er å si noe om hva denne delen av casen bidro med i elevenes læring. I designet av pre- og posttest har vi trukket på de teoretiske perspektivene som er omtalt over i form av:

1. Bruk av ulike representasjonsformer. I tre av oppgavene fikk elevene se skjermbilder fra Energispillet med informasjon som støtte til å svare på spørsmål om begrepsinnhold (ulike typer energiverk, bærekraftig utvikling og interessekonflikter). Elevenes svar er verbalspråklige. I posttesten har noen av elevene skrevet direkte i spørsmålsarket.
2. Testen inneholder oppgaver hvor elevene i overveiende grad gjengir eller anvender. Med anvende menes at de gir eksempler (på bærekraftig utvikling og interessekonflikt), og at elevene kan relatere til egen hverdag. (Hva kan du og familien gjøre for å redusere energibruken?)

Elevene kan trekke inn ulike erfaringsområder når de svarer: erfaringer fra spillet (i posttest), fra tidligere undervisning og fra lærebøker eller andre kilder og media. For hvert spørsmål har vi beskrevet tre nivåer av kompetanse. For hvert kompetansenivå kan elevene skåre 1–2 poeng, slik at de totalt kan oppnå 6 poeng på hvert spørsmål. Testen besto av totalt åtte spørsmål.

Sju elever deltok i begge testene, og det er dermed denne gruppen som er analysert.

Intervjuer ble gjort for å få kunnskap om deltagerens erfaringer og tanker omkring opplevelser gjennom caseperioden. Intervjudata gir dermed bakgrunn for tolkning av observasjonsdata. Intervjuene med læreren har også gitt bakgrunnsinformasjon om elevenes tidligere erfaringer (sett fra lærerens perspektiv) og om lærerens bakgrunn. Det første intervjuet med læreren ble gjort i forbindelse med planlegging av undervisningen og i forbindelse med at forskerne introduserte Energispillet. Det ble også gjort et kort intervju med læreren etter første spillrunde og etter elevenes gruppeframlegg. Til slutt ble læreren intervjuet etter at hele undervisningsopplegget med tema bærekraftig utvikling var avsluttet, det vil si etter at elevene hadde hatt undervisning både med bruk av Energispillet og med «vanlig undervisning» med gruppearbeider og bruk av andre læremidler (film og oppgaveark). Tre av fire elevgrupper ble intervjuet etter første spillrunde og to av elevgruppene etter andre spillrunde. De samme tre elevgruppene ble også intervjuet etter at undervisningsopplegget var avsluttet, men før posttesten. I disse intervjuene fikk elevene anledning til å reflektere over sine erfaringer med Energispillet, de ble bedt om å sammenligne Energispillet og vanlig undervisning, og de skulle si noe om hva de mente de hadde lært.

I tillegg fikk elevene en spørreundersøkelse på Its' learning der de skulle svare på spørsmål om læremidler, hva de mente ble brukt mest i undervisningen, hva de likte, og hva de syntes de lærte mest av.

Våre data gir en pekepinn på hvordan elevenes motivasjon henger sammen med læremidler. Motivasjon er noe vi kan knytte til holdninger, til hva elevene synes er interessant, spennende, meningsfullt og gøy å jobbe med. Denne motivasjonen kan vi få innsikt i gjennom intervjuer. I observasjonsdataene finner vi tegn på engasjement når elevene arbeider konsentrert eller gir eksplisitt uttrykk for eksempelvis glede eller irritasjon i læringsarbeidet.

3.2 Analyser av data

Vi har brukt metoder fra casestudier (Yin, 2009). Metodisk har prosjektgruppen vekslet mellom observasjon, analyse og refleksjon. I hovedsak har vi induktive bevegelser (spekulasjon og hypotesedanning om hva som skjer og hva som ligger til grunn for det som skjer) og deduktive faser (våre antakelser om hva som skjer i casen og hvorfor det skjer, har blitt testet mot data). Vi har gjort analyser innenfor datatyper (for eksempel intervjuer) og mellom datatyper (for eksempel observasjonsskjema, lydopptak og skjermvideo). Våre

analyser av lyd- og videoopptak av klasseromsaktivitet har vært selektive og guidet av våre analyser av klasseromsobservasjonene slik de er nedfelt i observasjonsskjemaene. Vi har sammenlignet grupper av elever, i tillegg til at vi har lett etter kjennetegn på hva som er karakteristisk for en bestemt elevgruppe. Skriftliggjøringer og felles diskusjoner har vært viktige samlingspunkter i analysene. De felles diskusjonene har funnet sted på skolen, i eget dagsmøte for prosjektgruppen på UMB og i presentasjon for hele *ARK&APP*-gruppen.

4. Resultater

Denne casen besto av tre hoveddeler: et opplegg om Energispillet, et kortere opplegg med film og oppgaveark, og et gruppearbeid hvor elevene skulle utforme og holde en presentasjon etter et selvstendig arbeid over et tema valgt av lærer. Siden både Energispillet og gruppearbeidet er en type prosjektarbeid, men med ulike rammer og verktøy, gir dette et grunnlag for å sammenligne og se etter likheter og forskjeller i interaksjon med ulike læremidler.

Innledningsvis vil vi trekke fram lærerens forventninger til arbeidet med temaet bærekraftig utvikling og hvilke forventninger hun hadde til opplegg med Energispillet.

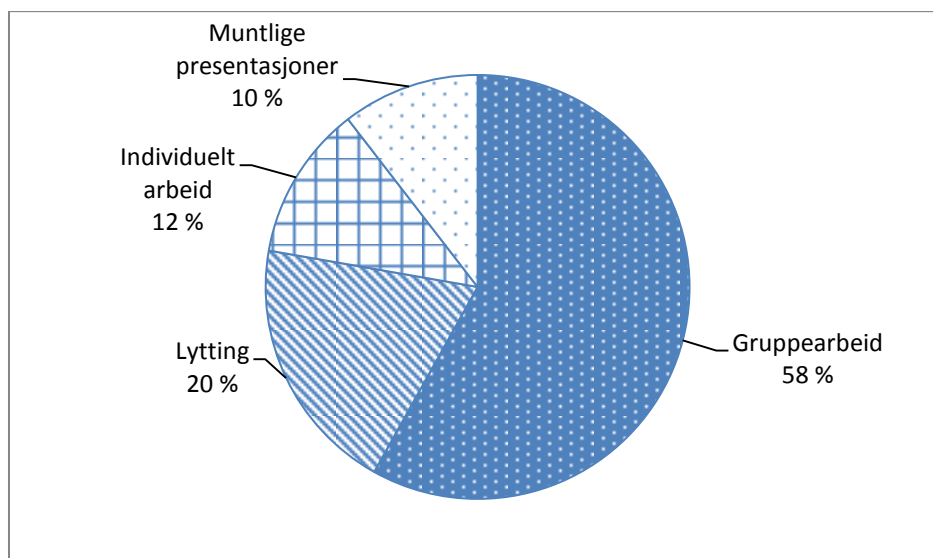
Jeg tror de kommer til å få et bedre bilde av kompleksiteten i problemet enn ved å gå gjennom ting sånn tema for tema, som man gjerne gjør hvis man følger boka. For her er alt satt sammen, og de får alle de meldingene som kommer, på en gang, og de skjønner at det ikke er så enkelt som å bare ... Ja, det tror jeg kommer til å komme bedre fram her ... enn ... de kommer til å sitte igjen med et bedre bilde av det ved å bruke det her enn ved å lese en bok. Og så tror jeg det kommer til å fenge, at de kommer til å få utnyttet tida i timen bedre. De kommer til å gjøre mer. Noen av de gutta jeg har, sitter jo bare med PC hele tida, og jeg kan be de hundre ganger om å legge den vekk i løpet av en time, og de sitter der likevel. Nå kommer de til å bruke den til noe faglig.

Læreren og forskerne hadde sammenfallende forventninger. Vi ser at læreren trekker fram en kontrast mellom undervisning der læreboka er sentral, og undervisning med Energispillet. Dette er et viktig tema i fortsettelsen. Før det skal vi imidlertid se på hvilke samhandlingsmønstre og undervisningsformer som læremidlene inngikk i.

Observasjonene av undervisningens organisering ble gjort etter et sett med forhåndsdefinerte kategorier under betegnelse *elevarbeidsformer* og *læreraktiviteter*, som beskrevet i del 3.

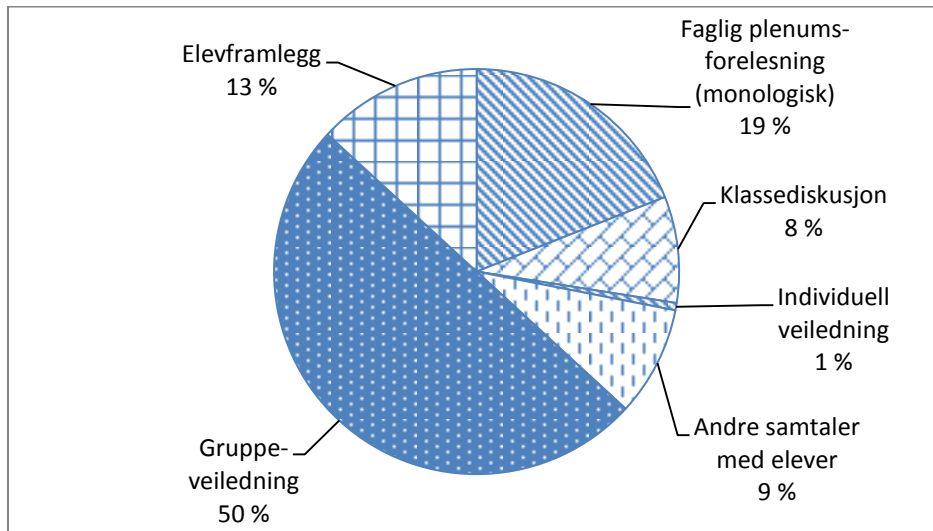
Figur 2 nedenfor viser samlet tidsbruk under kategorien *elevarbeidsformer*. Vi ser at elevene størstedelen av tiden var engasjert i gruppearbeid. Dette dreide seg om opplegget med Energispillet og et kort prosjektarbeid etterpå som vi omtaler som «gruppearbeidet» (se

tabell 1 s. 16). Muntlige presentasjoner (som utgjorde 10 % av tiden) er presentasjonene elevene framførte i sammenheng med gruppearbeidet. Vi har også ført opp en aktivitet som vi har kalt *lytting*, det vil si når elevene hører på læreren, men med lite deltagelse praktisk og muntlig. Vi ser at denne kategorien omtrent tilsvarer kategorien *faglig plenumsforelesning* i Figur 3 Læreraktivitet. *Individuelt arbeid* var en økt hvor elevene arbeidet med oppgaver i læreboka. Fra denne økta noterte vi at det ikke var entydig om elevene skulle arbeide sammen eller individuelt, og elevene satt sammen to og to, men snakket lite sammen og arbeidet mest individuelt. Når læreren oppfordret dem om å snakke sammen, kom praten i gang, men den døde ut nokså raskt.



Figur 2. Elevarbeidsformer

I Figur 3 nedenfor er læreraktiviteter beskrevet. Sammenholder vi med figuren for elevarbeidsformer, ser vi at *klassediskusjon* og *gruppeveiledning* under læreraktiviteter tilsvarer kategorien *gruppearbeid* under elevarbeidsformer. Dette gjenspeiler våre observasjoner der læreren av og til holdt oppsummerende samtaler samlet med alle gruppene, eller der en samtale med en gruppe gikk over til en samtale med klassen.



Figur 3. Læreraktivitet

Kategorien *faglig plenumsforelesning* blir faktisk noe misvisende i denne casen. Faglige plenumsforelesninger, som en eksplisitt aktivitet der elevene er forventet å lytte til lærerens forklaringer, forekom ikke. Det som er plassert i denne kategorien, er lærerens korte framlegg for klassen med organisatorisk innhold. Det vil si innledningen til timen, med beskjeder om hva som skal skje og hvordan arbeidet skal foregå. Disse oppfatter vi som monologiske i form. Dette kan være en medvirkende årsak til at tavla ble brukt kun én gang i løpet av casen, og da i forbindelse med at læreren skrev oppgaver de skulle gjøre. Dette må ses i sammenheng med at gruppearbeid var den dominerende arbeidsformen, og at læreren ikke holdt faglige plenumsforelesninger.

Vi har også valgt å plassere visning av film for hele klassen i denne kategorien. Dette er et sentralt funn i denne casen: Læreren gir ikke selv faglige framlegg for hele klassen. Et relatert funn er at timene avsluttes uten egentlig oppsummering. Timene løser seg opp ved at elever begynner å prate og pakke sammen og spør om å få gå. Læreren markerer avslutningen ved å si at de kan gå, eller ved å gi korte beskjeder, men det er ikke satt av tid til å oppsummere felles eller gjøre opp status for arbeidet. Det var riktignok tilløp til oppsummerende samtaler, for eksempel mot slutten av timen etter første spillrunde. Læreren stilte noen spørsmål til klassen og ba om noen kommentarer fra elevene på hva som ga uttelling i spillet. Erfaringene som kom opp, ble imidlertid drøftet med enkeltgruppene, mens resten av klassen summet.

Vi mener at tydelige felles oppsummeringer kunne bidratt til å støtte elevene i å knytte erfaringer fra spillet til etablert kunnskap og viktige fagbegrep og begrep fra samfunnsdebatten på området bærekraftig utvikling. Faglige framlegg for hele klassen kunne

ha trukket inn lærebokas framstillinger i diskusjonen på en tydeligere måte. Hva menes med bærekraftig utvikling, føre-var-prinsippet og interessekonflikt? Dette kunne vært tydeliggjort i en ramme som favnet alle elevene. Imidlertid ble dette i noen grad kompensert for ved at læreren holdt korte (1–2 min) innlegg om et tema i interaksjonen med enkeltgrupper.

Den viktige interaksjonen mellom lærer, elever og læremiddel foregikk i veiledningen av enkeltelever og grupper. I denne casen, med Energispillet og gruppearbeidet, var det stort rom for elevenes meninger og erfaringer. Det var mye elevaktivitet og interaksjon mellom lærer og elever og elever imellom. Og det er et konsistent mønster at læreren oppfordrer elevene til å drøfte med hverandre.

4.1 Arbeidsformer og læremidler

Nedenfor vil vi først beskrive elevarbeidsformer og læreraktiviteter og hvordan disse rammer inn bruk av læremidler. En hovedkonklusjon er at det meste av interaksjonen mellom lærer, elever og læremiddel skjer i veiledning av enkeltelever og grupper. Deretter går vi inn på hvilke læremidler og læringsressurser som brukes, og noen viktige kjennetegn på bruken av dem. Vi vil vise hvordan oppgaveark er et viktig bindeledd mellom ulike læremidler. Vi går så nærmere inn på bruken av læremidler i oppleggene med Energispillet og i gruppearbeidet.

4.1.1 Hvilke læremidler og læringsressurser brukes?

Observasjonene viser at oppgavearkene er et gjennomgående læremiddel i undervisningen. Arkene som brukes i denne casen, er først og fremst spørsmål som elevene skal svare på, men kan også inneholde instruksjoner til elevene om hva de skal gjøre før de svarer på spørsmål. Oppgaveark har vært et redskap for å sette rammer og gi elevene støtte i arbeidet. Slik sett fungerte arkene som en type støttestruktur for elevene når de arbeidet utforskende (Knain, Bjønness & Kolstø, 2011). Bruken av oppgaveark må ses i sammenheng med organiseringen av undervisningen. I prosjektperioden har elevene i stor grad arbeidet i små grupper. Et eksempel på bruk av oppgaveark ses i Vedlegg 2b. Dette arket ble delt ut til elevene mens de spilte andre runde av Energispillet, brett 2. På et senere tidspunkt fikk elevene se en film før de fikk oppgaver relatert til både filmen, Energispillet og til egen hverdag, se Vedlegg 2a. Slik fikk elevene flere sett med ressurser å trekke på i sine svar.

I temaet bærekraftig utvikling ser læreren ut til å mene at læreboka blir utilstrekkelig når den er alene som læringsressurs. Dette kommer hun tilbake til i undervisningen som motivasjon for å lage egne oppgaver. Hun er også av den oppfatning at elevene ikke liker å bruke

læreboka; de vil nok bruke den til å finne svar på oppgaver og slå opp i, men de liker ikke å lese i den. Læreren er fersk som lærer etter å ha vært utdannet fysiker, og sier det bare er 10 år siden hun gikk på skolen selv. Hun peker på at elevene «er mye mer vant med bruk av PC nå. Det er veldig mye nettressurser som de er flinke til å finne fram til». Selv bruker hun en del interaktive ressurser i matematikk. Hun har som sagt lite erfaring med overgangen mellom ungdomsskole og videregående, men mener altså at elevene er vant til å støtte seg på læreboka, om enn noe uselvstendig: Hvis de ikke raskt finner svaret i boka, gir de opp og spør læreren. Hun har ellers lagt merke til at elevene fra ungdomsskolen er mindre vant med å gjøre forsøk enn hun forventet, strukturen i labrapporten framstår som ukjent for dem. Det er også her hun mener at elevene har en hovedutfordring på 11. trinn: «Jeg tror at det med naturvitenskapelig metode, å forstå det ordentlig og forsøk og rapportskrivning ... det henger jo sammen ... hvorfor gjør vi det vi gjør, og hva kan vi bruke det til ... det tror jeg er vanskelig for dem å få grep om.»

Hun mener at læreboka er for tung å lese for elevene. Vi vet ikke om hun sikter til en bestemt lærebok, eller om hun snakker generelt. Men det er mulig å være enig med læreren når det gjelder den boka som elevene bruker. Et avsnitt (s. 149 i kapittelet om bærekraftig utvikling, Brandt et al., 2011, se Vedlegg 2c) har tett forekomst av nominaliseringer, det vil si prosesser som blir pakket sammen til substantiv, for eksempel kan «deponi» utpakkes til «sted hvor søppel samles» e.l. Det er også flere tekniske uttrykk i avsnittet. Over åtte linjer i avsnittet må eleven finne sammenheng i: *deponier, gjenvunnet biologisk materiale, CO₂, klimagassen metan, biologisk nedbrytbart avfall, materialgjenvinning, energigjenvinning*. Disse begrepene blir ordnet i kategorier og hierarkier gjennom noen få setninger.

Derfor supplerer hun med digitale ressurser – e-forelesninger (ferdige skjermrepresentasjoner) – som følger med læreverket, men disse igjen synes hun kan bli for monotone.

- Intervjuer: Læreboka nevnte du, at det er en utfordring med teksten?
Lærer: Det er tungt å lese. Jeg har brukt en del e-forelesninger, men de synes det er litt monotont. Brukt det på skolen, ikke som hjemmelekse. Jeg har tipset de som synes det er tungt å lese, at NDLA har lesing av teksten, tipset de med dysleksi.
- Intervjuer: En del utfordringer med boka kan kompenseres ved lytting og e-forelesning?
Lærer: Ja, jeg tror variasjon er viktig for disse elevene, for de går fort lei. Jeg varierer mellom pp [Powerpoint], e-forelesninger og videosnutter.

Læreren oppfordrer ved noen anledninger elevene til å bruke Internett mens de gjør oppgaver, blant annet for å «finne informasjon». Hun laget også et oppgavesett som hun har lagt på It's

Learning. Hun åpnet ofte opp for at elever kunne velge mellom digitale eller analoge (penn og papir / læreboka) verktøy.

4.1.2 Interaksjon mellom lærer, elever og læremidler

Læreboka var lite synlig i klasserommet. I forbindelse med gruppearbeid og oppgaver til Energispillet hadde noen elever boka på pulten, og vi har observert at elever lånte lærebok av hverandre. Med andre ord hadde ikke alle elevene læreboka med seg til undervisningen. Men like fullt ser læreren ut til å mene at læreboka er en viktig ressurs for elevene. Oppgavearket som elevene skulle arbeide med i første runde av Energispillet, hadde oppgaver knyttet til både spillet og læreboka. Slik sett var oppgavearket en ressurs som skulle støtte elevene i å se sammenheng mellom Energispillet og læreboka. Et eksempel er siste oppgaven på arket som de brukte under Energispillet, runde 1:

8. Bærekraftig utvikling, føre-var-prinsippet, biologisk mangfold er tre viktige begrepet i naturfag. Hva i spillet gir informasjon om dette:
- Bærekraftig utvikling
 - Føre-var prinsippet
 - Biologisk mangfold
- Hva sier boka om disse begrepene?

Figur 4. En av oppgavene gitt under 1. runde av Energispillet

Våre observasjoner viser at læreren flere ganger oppmuntret elevene til å finne sammenhenger mellom lærebok og Energispillet. Noen ganger er denne koblingen implisitt ved at hun ber elevene finne eksempler i spillet på begreper som er definert i læreboka (for eksempel føre-var-prinsippet). Andre ganger støtter hun elevene eksplisitt i å skape sammenheng mellom spillerfaringer og læreboka. Nedenfor følger et eksempel på en slik samtale mellom lærer (L) og to gutter (G1 og G2):

- L: Skal vi se, du har funnet disse begrepene i boka?
G: Hmm.
L: Er det noe i spillet som handler om disse begrepene her?
G1: Der, ja.
G1: Det var det vi skulle, ja, glemte det.
L: Ja, prøv å finne ut av det.
L: Veldig bra, nå har du funnet ut av hva de begrepene betyr.
G2: Skal vi spille brett 2?
L: Ikke i dag, det skal vi gjøre om en uke.
L: Men nå må dere hjelp Stian. Hva i spillet har med de begrepene her å gjøre?
G2: Bærekraftig utvikling?
G1: Det er å ikke satse på kullkraft.
L: (ler) Hvorfor det?
G2: En dag går du tomt for ...
G1: Bærekraftig er at du klarer å holde på videre.

- G1: Det er ikke en ...
L: Fornybar?
G1: ... det er ikke en fornybar energikilde.
G2: Hvor skal vi skrive det? Skal vi skrive det?
L: Dere kan få mer ark å skrive på hvis dere vil det.
L: Stian har funnet de begrepene i boka.
G2: Sier boka om det?
G1: Skal jeg skrive bærekraftig utvikling?

En ser i utdraget over hvordan elevene på lærerens oppfordring forsøker å knytte erfaringer fra spillet til lærebokas begrep om bærekraftig utvikling. I læreboka står dette om bærekraftig utvikling uthevet med egen ramme:

Bærekraftig utvikling er en utvikling som tilfredsstiller behovene til oss som lever i dag, uten at det går på bekostning av våre etterkommeres muligheter for å tilfredsstille sine behov (Brandt, Hushovd og Tellefsen 2011 s. 147).

Vi så i framstillingen av læremidler i bruk at læreren typisk trakk inn mer enn ett læremiddel i undervisningen, og at oppgaveark hadde en viktig funksjon som ramme og for å binde sammen muntlig og skriftlig aktivitet. Vi har også sett et eksempel på hvordan læreren oppmuntrer elevene til å se sammenhenger mellom lærebok og spillerfaringer. Dette var et gjennomgående trekk i lærerens interaksjon med elevene. Noen ganger minnet hun elevene om å se på oppgavearket. Andre ganger inngikk hun i dialoger med elevene, som støttet dem i å se sammenheng mellom lærebok og spill.

Det er et generelt trekk ved lærerens interaksjon med elevene at hun sporer dem til å gå videre gjennom å stille spørsmål som starter med: «På hvilken måte ...», «Hvorfor ...», «Tenk videre ...», «Hva mener du med ...», «Har dere flere eksempler ...». Når hun gjør dette og samtidig knytter sammen ulike læringsressurser, gir hun viktig støtte som kan bringe elevene videre i læringsarbeidet.

Et lignende mønster fantes når filmer ble brukt. Samtale var bindeledd mellom film, oppgaveark og elevenes hverdagserfaringer knyttet til energibruk. Læreren oppfordret dem til å snakke sammen om oppgavene, og gikk selv rundt og snakket med elevene om deres erfaringer og henviste til filmen.

Denne interaksjonen var læreren bevisst på også i postintervjuet. På spørsmål om forholdet mellom spillet og læreboka sier hun:

- Intervjuer: En lærebok, ja, det er helt klart at den formidler naturfag. Hvis man skal velge bort læreboka, eller velge læreboka og tone ned og bruke spill ...
- Lærer: Jeg tror ikke at det spillet aleine er nok. Det er ikke alt som kommer så tydelig fram og i hvert fall ikke hvis man ikke klarer å få stilt de riktige spørsmåla innimellom. Må få dem litt til å stoppe opp og tenke, og det er ikke så lett når de er helt inne i det spillet. Og så må man klare å finne fram de gode spørsmåla der og da, og det er heller ikke så lett. Jeg føler at vi trenger å stoppe opp og tenke litt innimellom.

Dette hun peker på, om betydningen av refleksjon utenfor spillet, er viktig. Det var en del av undervisningsopplegget, men kanskje har hun opplevd det som krevende å få fram disse sammenhengene. Men, som tidligere påpekt, mener vi at en interaksjon på et høyere organisatorisk nivå, i helklassesetting utenfor spillsituasjonen kunne bidratt ytterligere for å se sammenheng mellom spill og naturfaglige begrepsmønstre.

I fortsettelsen skal vi se nærmere på elevenes interaksjon i spillet.

4.1.3 Elevinteraksjon under spilling

I dette avsnittet viser vi hvordan to av gruppene spilte det første brettet i Energispillet. Disse gruppene ble valgt fordi læreren fant dem ulike, og vi antok at dette ville gi oss innsikt i ulike elevers spillestil. Den ene gruppen besto av jenter som ifølge læreren var flinke og gjorde det de fikk beskjed om. Den andre gruppen besto av to gutter som læreren karakteriserte som oppvakte, men litt urolige. Disse guttene drev til tider med mye tøys i opplegget med Energispillet, og ifølge læreren var de blant de elevene som raskt blir rastløse. Vi ser også at de driver med mye ablegøyer til ære for opptakene våre (synging etc.). Når vi går inn i dataene, finner vi at de til tross for dette spiller konsentrert og strategisk.

Først litt om dataene som vi diskuterer her. Et typisk trekk for samtaler under spilling er at språket er tett knyttet til gester (elever peker på skjermen), og de bruker ord og utelatelser som forutsetter at den det snakkes til, ser det samme («her», «der»). Språket er også tett bundet til handlinger i form av museklikk. Dette blir selvsagt forsterket av det muntlige språkets rom for raske hopp, hvor bruddstykker av samtaler kan tas igjen på senere tidspunkt. Det er likevel grader av dette. Noen elever er hele tiden i «action» modus og snakker i nuet, mens andre elever kan diskutere begrunnelser for valg og mer overordnede strategier underveis. Da blir samtalens organisering mer uavhengig av spillet og samtidig mer kompleks i sin struktur.

Disse guttene spiller med en strategi, men de reflekterer ikke over den. De sier hva de gjør, men i liten grad hvorfor. De er i større grad i spillmodus enn gruppen som vi skal se på etterpå, og i spillmodus er de mer fokusert enn i «turene» med ablegøyer som de tar utenom spillet.

Vi ser nedenfor en passasje som er ganske typisk for deres spilling:

- G1: Skal vi spille av litt musikk for dem? (G2 synger.)
G2: Ok, det første vi gjør når vi får penger, er å forske på kullkraft og vannkraft. Ikke sant? (Tydelig en strategi om å satse på kull og vann.)
G1: Nei, jeg bare spiller av fin musikk for dere. (Begge gutta har en ørepropp i øret og kommenterer musikken.)
G2: Yeah! (Fokuserer på skjermen igjen. En melding dukker opp om at en av byene ikke får nok energi selv om gutta har bygget energiverk, og at det kan være lurt å satse på sentralnett.) Ok, da har vi ikke noe strøm kommandes inn der. (Manøvrerer seg til byen, klikker på den.) Da er det ett eller annet som har gått til helvete. Beklager språket. (Klikker på kullkraftverk og vannkraftverk ved byen Kaupangen.) (Antar det er for å sjekke at de er i funksjon.)
G1: Hvorfor i helvete har du ikke sett at det ikke gikk? Du ser jo at den transformatoren ... (mumler) Bygger byen? Blir byen større?
G2: Ja. (Intens mot skjermen.) Men jeg har jo.
G1: Jammen, hvorfor er den koblet til der? Der. (G2 fjerner en transformator, som løser problemet. Oppdrag 2 er ferdig, og oppdrag 3 dukker opp.) Faen as, det løser alt.
G2: OK, da kan vi begynne å forske.
G1: Vannkraft der og der. (Peker på skjermen, ved platået i midten.)
G2: Ja, og der. Bak der, eller det er en der fra før av faktisk. (Ved byen Jomsborg.) Der.
G1: Ja.
G2: Ok, da forsker vi så vi får enda bedre, ikke sant? (Henter opp forskningsmenyen og velger vannenergiverk.) Ok.

De spiller Energispillet, hører på musikk og er tidvis opptatt av at de blir filmet. Den underliggende strategien til disse guttene er å bygge ut kullkraft og vannkraft. De klarer å holde oversikt over viktig informasjon som er tilgjengelig, og løser problemer underveis i fornuftig rekkefølge.

Det neste utdraget er fra en gruppe med tre jenter. En av jentene (J3) får status som ekspertkommentator av de andre jentene fordi hun har spillerfaring, og hun har tydelig erfaring med Energispillet. J2 tar ansvar for oppgavearket. Det er karakteristisk for denne gruppen at de hopper mellom Energispillet og oppgavearket. To ganger fokuserer de fullt på oppgavearket mens spillet tikker og går i bakgrunnen.

Denne gruppen snakker i større grad i hele setninger enn den andre gruppen, og samtalen er mer prøvende og utforskende. De har alle tre en spørrende stil og inviterer de andre jentene inn. De gir tydelig uttrykk for glede når de får til ting i spillet, men spillestilen er rolig, ikke så preget av «action». De er usikre på rammene for det de gjør i starten, en spør: «Skulle vi spille eller skulle vi liksom tenke? Skulle vi spille?» (Henvender seg til en av forskerne, som svarer «ja».) I utdraget nedenfor ser vi et eksempel på den mer utforskende spillestilen til disse jentene.

- J1: OK, da er vi ferdige med den. (Oppgaven på arket.) Nå kan vi ta ... Hva var det med de vindmøllene?
- J2: Bare trykk på den. Oppgrader.
- J1: Dette er en årlig oppsummering. (Periodisk oppsummering vises på skjermen.)
- J2: Skal vi sjekke om byen på plan 1 har energi, da? Oi, den har lite energi.
- J1: Ja. Hva gjør vi da?
- J2: Finne en måte å gi mer energi.
- J1: Em. Vi har jo, skal vi se. Nei. Men gir den her noe energi? Den gir jo ingenting.
- J2: Veit ikke jeg.
- J1: For at. Jeg tror den skal være grønn hvis den gir energi.
- J3: Hva er det som ikke gir energi nå?
- J2: Den da.
- J1: Den. Gir ikke energi. Veldig lite i hvert fall. Kanskje hvis vi bytter ut med sånn dobbelt greie (overføringslinjer sentralnett).
- J2: Veit ikke jeg.
- J1: Hva tenker dere?
- J2: E vet'kje
- J1: Jeg tror kanskje det ville hjelpe.
- J3: Ja, men produserer den energi, da?
- J1: Kunne?
- J3: Den produserer mye, ikke sant? Den andre greia gjorde ikke det. Gjorde den, hvor er den?
- J1: Der.
- J3: Se, den i seg selv produserer veldig lite, ser dere? Hvorfor det?
- J1 + J2: Mm ...
- J3: Hvorfor det?
- J2: Vi må få forskning først.
- J1: Skal jeg gjøre det?
- J2: Ja.
- J1: Nå er det kull, da?
- J2 + J3: Ja.
 (mumler)
- J2: Nå kan vi gjøre oppgaver.
- J1: Dette hadde jeg ikke greid å gjøre aleine.

Den mer spørrende utforskningen innebærer mer rom for tvil og andres innspill, gjennom fraser som «Veit ikke jeg. Hva tenker dere?», «Skal jeg gjøre det», og mange forbehold som «kanskje» og «jeg tror ...». Spørsmål og svar er en mer tydelig dynamikk hos disse jentene enn den mer handlingsmettede spillestilen hos guttene.

Begge gruppene ga uttrykk for glede og irritasjon i interaksjon med Energispillet: «Se her, nå begynner de å danse» (elevene ser en animasjon av et solenergiverk), «Huhm! Vi klarte det!» og «Eh, jeg skjønner ikke dette!». Jentenes tilnærming til spill fremstår som mer skoleaktig, gjennom at de anså oppgavearket som så viktig at de avbrøt spillingen for å arbeide med det. Deres måte å spille på var også mer tenksom. Dette skyldtes nok at særlig to av jentene var usikre på spillet og hvordan de skulle håndtere kompleksiteten, mer enn at de reflekterte mye over strategi. Guttene gikk i mye større grad inn og ut av spillet, men når de var inne og fokuserte, så forholdt de seg til kompleksiteten slik den forløp.

4.1.4 Gruppearbeidet

I gruppearbeidet fikk ulike grupper et oppgaveark med et gitt tema, en oppgaveformulering og en lenke til en ressurs. Et eksempel på tema er:

Internasjonalt miljøsamarbeid - Frivillige organisasjoner

Hvilke muligheter og hindringer finnes for internasjonalt miljøsamarbeid? Hvilken rolle spiller frivillige organisasjoner i dette samarbeidet?

Finn ut mer om dette og lag en presentasjon for resten av klassen.

Les gjerne denne siden:

<http://ndla.no/nb/node/25070?fag=7>

Elevene fikk stor frihet i gjennomføringen. Vi så at elevene raskt begynte å arbeide med å utforme presentasjonen. Vi så også at læreren hadde lett for å engasjere seg i samtaler med elevene om ting som ikke klart hadde med gruppearbeidet å gjøre. På de fleste lydopptakene fikk vi lange strekk med utenomfaglig snakk, og mer konsentrert arbeid i korte perioder imellom. Vi har neppe dekkende observasjoner av elevenes interaksjon, i og med at elevene beveget seg ganske fritt mellom ulike rom, men på bakgrunn av våre observasjoner konkluderer vi med at det var lavere intensitet i klasserommet i gruppearbeidet sammenlignet med når de holdt på med Energispillet, og vi så flere episoder med elever som holdt på med andre ting, eller som vekslet med utenomfaglige ting på Facebook. Under gruppearbeidet brukte elevene læreboka, supplert med andre kilder, som ulike ressurser i NDLA. For eksempel henviser læreren elever til NDLA for å finne ut om Brundtlandkommisjonen. I intervjuer peker elevene på forskjeller i hvordan de samhandlet i gruppearbeidet sammenlignet med når de spilte Energispillet.

- Intervjuer: Var det forskjellige typer diskusjoner når dere jobbet med Energispillet enn når du satt og jobbet i grupper?
- J1: Eh, ja (begge jentene ler).
- Intervjuer: På hvilken måte da?
- J1: Nei, det blir mer diskusjon, da, når vi sitter, vi satt jo i de gruppene, de derre andre gruppene så fant vi på nettet og (snakker i munnen på hverandre) da blir det liksom mer hva vi skal ha med i framføringen, men når vi sitter med det spillet, så diskuterer vi mer hva som må til.
- J2: ... hva som må til å ...
- J1: ... gjøres og sånn.
- J2: Ja.
- Intervjuer: Mm...
- J1: Hvis du skjønte det? (Ler.)

Ut ifra intervjudata, som støttes av våre observasjoner, så handlet diskusjonene under spilling om ulike valg de måtte gjøre, mens diskusjonene i gruppearbeidet i større grad handlet om å fordele oppgaver og tekster seg imellom og velge ut stoff til presentasjonen.

Vi tror gruppearbeidet også ga læring. Dette har vi ikke data på i form av pre- og posttest, men i intervjuer viser noen elever til temaer fra gruppearbeidet når de skal gi eksempel på interessekonflikter.

4.2 Deltagelse, engasjement og læring

Nedenfor skal vi i 4.2.1 se på ulike sider ved motivasjon hos elevene, dels gjennom holdninger til læremidler som framkommer i intervjuer, og dels gjennom observasjonsdata. Et hovedtrekk her er at mange elever opplever læreboka som vanskelig og forbinder den med kjedelig undervisning, mens Energispillet oppfattes som noe nytt og spennende. Deretter skal vi i 4.2.2 drøfte sider ved elevenes begrepsutbytte. Der spenner Energispillet og læreboka ut en akse mellom begrepskunnskap og handlingsaspekter ved bærekraftig utvikling. Læreboka er viktig for å knytte sammen erfaring og begrepskunnskap.

4.2.1 Lærebok, spill og motivasjon

Vi så tidligere at læreren var opptatt av å variere undervisningen. Læreboka oppfattet hun som vanskelig tilgjengelig og at elevene forbandt den med kjedelig undervisning. Dette støttes av elevene. Når elevene jevnt over er fornøyd med Energispillet, må dette delvis ses i lys av at det utgjorde en kontrast til læreboka. Kanskje er dette også et uttrykk for en utfordring i naturfagundervisning for yrkesfagelever – det å bringe teori, representert ved læreboka i naturfag, sammen med yrkespraksis (Mjelde, 2002).

I spørreskjemaundersøkelsen på Its' learning svarer de fleste elevene at de liker film i undervisningen, og at de lærer av det. De nevner at de får se mer film nå enn i ungdomsskolen. Film nevnes også hyppig på spørsmålet om hva slags læremidler som blir brukt i undervisningen. Etter film, som nevnes av alle, nevner 7 av 12 elever spill som noe de liker best. Læreboka nevnes ikke som noe de liker, og bare av én som noe å lære av. I intervju med elevene sier en elev at han opplever filmene som ensidige, og en annen sier at det går for raskt unna i filmene til at hun klarer å følge med.

Så hva slags utbytte har elevene av spillerfaringen? Det som er helt klart, er at spillet har vært motiverende og engasjerende. Dette er et konsistent bilde fra observasjoner og intervjuer med både læreren og elever. Dette er i seg selv viktig for elever som læreren ofte opplever som

uoppmerksomme. Elevene sier i intervjuet at det var nytt, spennende og gøy å spille Energispillet.

Elevene artikulere selv en innsikt i hva spillet har bidratt til. Fra intervjuet med de tre jentene vi møtte over:

- Intervjuer: Hva var det dere lærte i Energispillet, da?
J1: Jeg følte jeg fikk veldig mye innblikk sånn i hvordan ting fungerer, i stedet for å høre på hvordan. Det er vanskelig å forstå det, da, når læreren forteller om bla bla bla.
J2: Ja.
J1: Når vi får gjøre det selv, på en måte, så er det litt enklere å lære.

Samtidig sier en av jentene at de trengte annen undervisning i tillegg til Energispillet.

De to guttene som vi så transkribert spilling fra over, er inne på noe av det samme. De framhever forskjellen mellom «begreper» og «å gjøre»:

- Intervjuer: Dere skulle lære om mange begreper, for eksempel bærekraftig utvikling, føre-var-prinsippet, og du skulle lære om usikker kunnskap. Lærte dere noe om disse begrepene ved å bruke Energispillet?
G: Lærte på en måte åssen man utfører det, ikke så mye om begrepene, men åssen du har bærekraftig strøm (mumler), åssen en gjør det, åssen en får det til i det virkelige liv, i spillet. Samme med føre-var-prinsippet, lærte ikke så mye om begrepene, som bare begreper, men åssen en måtte gjøre det.

Begge disse uttalelsene peker på en akse, en spenning, mellom «begrep» og «å gjøre». Dette kommer vi tilbake til i diskusjonen, men peker her på at vår intensjon med å introdusere Energispillet har vært å få til en læringsvei mellom spill og lærebok. Spillet skulle fange noe av kompleksiteten i temaet bærekraftig utvikling og gjøre temaet håndterbart, samtidig som spillet skulle være en link til det virkelige liv. Det eleven sier om «bærekraftig strøm», som går over i mumling, peker på at han fortsatt ikke kunne artikulere denne relasjonen, det å etablere en tilfredsstillende energiforsyning uten at det går på bekostning av noen viktige miljøfaktorer (i spillet CO₂-utslipp og biologisk mangfold). Det er viktig at de motiverende sidene ved spillet blir knyttet til begrepsmessig kunnskap. Dette var en del av designet i denne casen og lyktes et stykke på vei.

4.2.2 Hvilket begrepsutbytte har elevene?

Ser vi på utdraget fra samtalen mellom læreren og de to guttene side 27, finner vi noe blandingspråk mellom spillerfaringer og begreper i læreboka, «bærekraftig utvikling ... er å ikke satse på kullkraft», «bærekraftig er at du klarer å holde på videre».

Vi har samlet oppgavearkene hos gruppene, og der ser vi hva elevene har skrevet som svar på oppgaven vist i Figur 4. Det mest fylldige svaret er vist her i Figur 5:

- ⑧. Prøve å skaffe nok energi til befolkningen uten å skade naturen
- Man må ikke skal gjøre inngrep i naturen før man kjenner konsekvensene av inngrepet
 - Spillet informerer om hva som påvirker det biologiske mangfoldet. Vi måtte plante trær.

Figur 5. Et mer utførlig elevsvar på oppgaven vist i Figur 4.

Dette svaret har en avstand til spillet og ligger nærmere skoletypiske forventninger i form av fullstendige setninger og nominaliseringer (konsekvenser, inngrep, biologisk mangfold). En konkret spillerfaring er «Vi måtte plante trær». Blant de mer knappe svarene er dette i Figur 6:

- Bærekraftig utvikling, føre-var-prinsippet ...
 Hva i spillet gir informasjon om dette:
- Bærekraftig utvikling Man må produsere like mye stam som man bruker
 - Føre-var prinsippet FORSKNING
 - Biologisk mangfold TRÆR Er lurt.
- Hva sier boka om disse begrepene?

Figur 6. Et knappere elevsvar på oppgaven vist i Figur 4.

Det elevene har svart her, er direkte knyttet til spillerfaringer. Vi kan si at jo nærmere elevene er spillerfaringene i sine svar, jo lenger er de fra lærebokas definisjon.

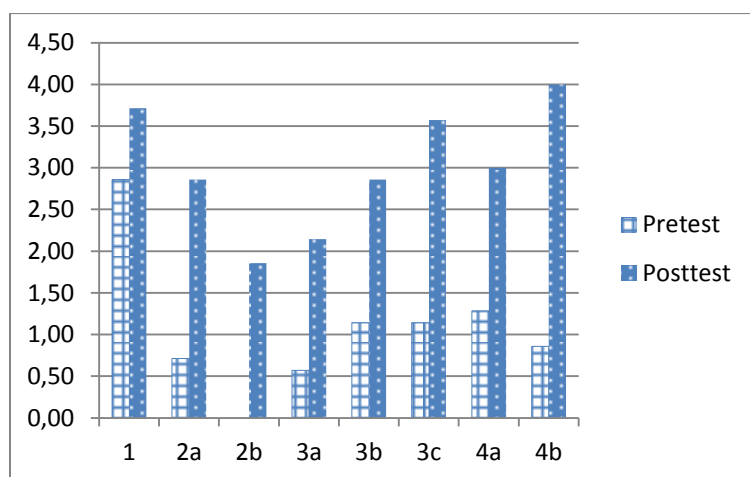
Hvilken utvikling hadde så elevene i sine begreper fra pretest til posttest?

Pre- og posttestene hadde følgende spørsmål:

- 1: Fortell kort om vannkraft, kullkraft, vindkraft og solenergi, og vurder positive og negative egenskaper hos de ulike energiverkene.
- 2a: Hva menes med bærekraftig utvikling?
- 2b: Gi eksempler på hva du mener med bærekraftig utvikling, og begrunn svaret ditt.
- 3a: Hva er et forbruksvalg? Forklar gjerne med et konkret eksempel
- 3b: Hvorfor bør energibruken senkes?
- 3c: Hva kan du og din familie gjøre for å senke energiforbruket (energieffektivisering og miljøkampanjer)?
- 4a: Hva er en interessekonflikt?

4b: Gi et eksempel på en interessekonflikt og vurder hvilke følger denne konflikten kan få for ulike parter?

Siden det kun var 7 av 15 elever som leverte svar på både pre- og posttesten, har vi ikke et dekkende bilde av klassens utvikling. For de 7 elevene som vi har data for, var det imidlertid klar framgang, se Figur 7.



Figur 7. Resultater fra pre- og posttest for Energispillet.

Elevene kunne få inntil 6 poeng på hver oppgave, og figuren over viser gjennomsnittsskår på de ulike oppgavene på pre- og posttest. Det å beskrive ulike energiverk kunne alle elevene klare på et middels nivå eller bedre i pretesten, med noe framgang til posttesten. Ellers er det betydelig framgang poengmessig. Totalt for hver elev lå framgangen på mellom 11 og 22 poeng. Hver elev kunne oppnå 48 poeng totalt.

Størst er framgangen på spørsmålet om å gi eksempler på interessekonflikter. Elevene var i pretesten «blanke» på spørsmålet om å gi et eksempel på bærekraftig utvikling, dette kunne de si mer om i posttesten. For øvrig er det i posttesten motsatt tendens i spørsmålene om bærekraftig utvikling og interessekonflikter. Det falt enklere for elevene å si hva bærekraftig utvikling innebærer enn å gi eksempler på det, mens det var motsatt for interessekonflikter. Et spørsmål som var vanskelig for elevene både før og etter Energispillet, var spørsmål 3a om forbruksvalg. Det skyldes antakelig at dette begrepet ikke ble tatt opp nærmere i lærerens undervisning før etter posttesten i forbindelse med en film om søppelhåndtering.

Ser vi på de tematiske mønstrene i elevenes besvarelser, er det mulig å finne igjen ressurser i Energispillet i enkelte svar. En elev beskriver bærekraftig utvikling slik: «At alle byene i spillet begynner å gå tom for energi, trenger mer energi som ikke forurenser.» Spillere som

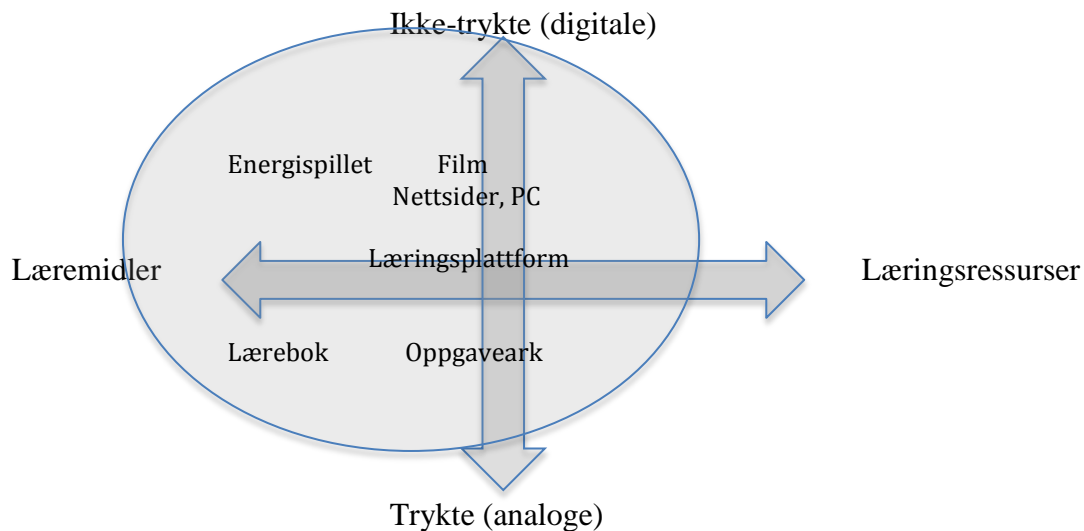
setter opp mange vannkraftverk, får i spillet melding om at mange innbyggere er misfornøyde fordi vannkraftverkene ødelegger naturmangfoldet, og de protesterer med slagordet: «La elva leve!» Denne meldingen viser en elev til som eksempel på interessekonflikt. En annen elev svarer følgende på spørsmålet om hvorfor energibruken bør senkes: «Energibruken burde senkes fordi alle kraftverk krever tid, penger og miljø. Hvis vi sparer strøm, så trenger vi ikke like mange kraftverk.» Tid, penger og miljø er sentrale variabler i Energispillet. Det er også svar som peker mot andre ressurser og erfaringer enn Energispillet. Det er påfallende at ingen elever gjengir noenlunde ordrett eller viser til lærebokas definisjon av bærekraftig utvikling. Flere elever gjengir lærebokas definisjoner på oppgavearket som ble brukt i forbindelse med spilling, mens svarene deres i posttesten i liten grad er eksplisitt forankret i lærebokas definisjon.

Vi ser i posttesten en type blandingspråk mellom på den ene siden egne erfaringer, interesser og naturfaglig kompetanse og på den andre fullverdige faglige framstillinger. Dette blandingspråket er viktig. Det er her eleven knytter gryende forståelse og standpunkter til autoritative framstillinger i naturfagets rammer av ressurser og forventninger. Blandingspråket er også veien til et mer faglig riktig språk, og spesielt gjelder det i et tema som bærekraftig utvikling, hvor lærebokas framstillinger ikke er eneste rettesnor.

5. Drøfting av funn

Denne casen i naturfag har belyst et undervisningsopplegg i temaet bærekraftig utvikling med tre komponenter: et designforsøk med simuleringsspillet Energispillet.no, et kortere opplegg med film og arbeidsark, og et gruppearbeid med tema innen bærekraftig utvikling. Forskning vist til i punkt 2.1 peker mot at undervisningen i temaet bærekraftig utvikling må åpne samtalene i naturfagklasserommet også for de samfunnsmessige og dagsaktuelle sidene ved temaet bærekraftig utvikling, og dette er en forståelse forskerne og læreren i casen har vært enige i. Denne åpningen med hensyn til ulike perspektiver og kunnskapsformer gjenspeiles i casen ved at flere ulike læremidler ble tatt i bruk: lærebok, spill, film og ulike nettressurser.

Dersom vi legger til grunn de begrepene som brukes i definisjonen av læremidler (se Vedlegg 1), kan vi tegne følgende to akser som gjelder alle de 12 casene i *ARK&APP*, og plassere denne første casen i naturfag på denne måten:



Figur 8. Bruk av læremidler og læringsressurser i case 2, naturfag.

Bak dette hovedbildet finner vi ulike trekk ved interaksjonen omkring læremidler, og elevenes utbytte. I kontrast til hovedbildet i PISA+-studien (2.2.1) har undervisningen i denne casen vært dominert av gruppearbeid, og den viktigste interaksjonen mellom elever, lærer og læremidler har skjedd gjennom veiledning av enkeltelever og grupper. Vi har sett i 4.1.1 at oppgaveark var viktig for å knytte sammen ulike læremidler som ble brukt. I sin veiledning fokuserte lærer gjennomgående på at elevene skulle skape sammenheng mellom ulike læringsressurser (4.1.2). Analyse av elevinteraksjonen når de spilte Energispillet (4.1.3), viser at noen elever i større grad går inn i «action»-aspektet ved spillet, mens andre har en mer spørrende og reflekterende spillemåte. Sammenlignet med gruppearbeidet (4.1.4) ble det mer engasjement i forbindelse med Energispillet. Dette gjaldt både faglig fokus under spilling og diskusjon i etterkant, også for elever som ifølge læreren raskt ble uoppmerksomme i annen undervisning. Energispillet og bruk av film utgjør en kontrast til bruk av læreboka, som mange elever forbinder med kjedelig undervisning (4.2.1). Vi ser klart at elevene har hatt et læringsutbytte som diskutert i 4.2.2, men at de fremdeles hadde et stykke igjen til å kunne knytte sammen autoritative begrepsframstillinger slik de finnes i læreboka, og erfaringer fra andre ressurser. Det gjelder begreper som bærekraftig utvikling, føre-var-prinsippet og interessekonflikter. I fortsettelsen skal vi drøfte disse temaene opp mot forskningsspørsmålene, og redegjøre for hvordan funnene passer inn i tidligere forskning.

Tidligere forskning, vist til i Vedlegg 1, peker dels i retning av at læreboka fortsatt står sterkt både som planleggingsredskap og som læremiddel for elevene, men også at naturfaget preges av digitale ressurser. I denne casen har vi sett et heterogent klasserom hvor læreboka ikke har

vært dominerende. Det kan være flere grunner til det. Læreren var eksplisitt på at læreboka har problematiske sider. Hun pekte på at den er vanskelig for elevene, som på sin side forbandt den med passiv og kjedelig undervisning. Vi har også observert læreren peke på at læreboka er mangelfull i temaet bærekraftig utvikling («men god på det begrepsmessige»). Samtidig vektla læreren læreboka i veiledning av elever. Vår studie gir støtte til at læreboka er en viktig ressurs i vekselbruk med digitale læremidler, slik tidligere forskningsresultater viser (Smetana & Bell, 2012). Noe av det som gjør læreboka vanskelig for elevene, er også det som kan gi viktig utbytte i naturfag: å utvikle funksjonell lesekompetanse i møte med naturfaglige tekster. Læreboka representerer kunnskap som er strukturert og lagt til rette for skolen, og modellerer viktige uttrykksformer i naturfag. En god utvikling for naturfag vil kanskje være at læreboka blir en av flere ressurser, og at bruken tilpasses temaet det skal arbeides med.

Særlig i temaet bærekraftig utvikling er det viktig at dagsaktuelle og lokale arenaer og ressurser blir anvendt i undervisningen. Bruken av læremidler i denne casen må forstås i lys av læreraktiviteter, elevarbeidsmåter og slike særtrekk ved temaet bærekraftig utvikling. Våre funn gir dels sammenfallende og dels et annet bilde av undervisning sammenholdt med de mer omfattende casene i PISA+, vist til i del 2. Vi har sett lite helklasseundervisning som eksplisitt ramme, til forskjell fra PISA+. Av og til samtalte læreren med enkeltgrupper, noe som kunne bre seg til flere grupper og gå over i noe som lignet en helklasseundervisning i korte sekvenser. Som i PISA+ var det mye oppgavearbeid, grupper på 2–3 og noen ganger 4 var det vanlige. Imidlertid kunne disse rammene være flytende, slik at elevene noen ganger satt sammen, men jobbet individuelt. Andre funn samsvarer med PISA+-studiene og viser at det er liten vekt på oppsummering og gjennomgåelse av elevarbeid. På den annen side har vi sett en undervisning hvor læreren gjennomgående har vekslet mellom å la elevene arbeide selvstendig og å bringe inn en autoritativ stemme gjennom oppgaveark og veiledning mens elevene arbeidet. Læreren har framstått som tryggere og mer oppmerksom på denne vekslingen enn lærerne intervjuet i PISA+.

Viktige faktorer for at lærere skal ta digitale verktøy i bruk, er ifølge Mork & Jorde (2005) en klar kobling til læreplanen, kort opplæringstid for elevene i bruken, og lærerens muligheter for å følge elevene i deres arbeid. Nettsteder med filmsnutter som læreren har brukt, har også hatt elevoppgaver knyttet til filmene, og læreren har anvendt disse. Våre observasjoner antyder også at Energispillet oppfyller de nevnte faktorene langt på vei, selv om det i intervju framgår at læreren så det som en utfordring å få elevene til å ta tenkepauser når de arbeidet med Energispillet. Denne dimensjonen peker mot spenninger mellom skolens og

spillverdenens praksisformer, slik Hanghøj (2011) har pekt på. Samtidig mener vi at denne kulturforskjellen ble dempet av Energispilletts skoleaktige trekk. Både læreboka og Energispillet åpner for at elevene kan skape sammenhenger mellom egne erfaringer og etablert kunnskap som deltagere i læringsfellesskapet som beskrives i denne casen. Læreboka har mange spørsmål som eleven forventes å ta stilling til knyttet til egne valg og verdier. Energispillet har faktaark som kan klikkes fram om ulike energiverk o.l. Hvordan elevene anvender slike ressurser i ulike læringsaktiviteter, er uttrykk for både elevenes kompetanse og tidligere erfaringer og den praksis som læremidlene inngår i, jf. perspektivene i punkt 2.2.4.

Læreren forventet av Energispillet at det skulle virke motiverende på elevene og gi en felles erfaringsbakgrunn som kunne kobles til begrepene. Spillet skulle bringe inn en kompleksitet hvor elevene må velge mellom flere alternativer uten fasit. Disse forventningene fikk læreren innfridd. På dette punktet er det samsvar mellom intervjuer med lærer, elever og med våre observasjoner: elevene erfarte kompleksiteten i spillet og opplevde den som engasjerende.

De didaktiske prinsippene som Gee har pekt på (punkt 2.2), ser ut til å ha hatt en klart motiverende effekt. En viktig kontrast mellom gruppearbeidet til slutt og opplegget med Energispillet ser vi i form av tilbakemelding til elevene. I Energispillet får elevene umiddelbare tilbakemeldinger i form av hendelser i spillet og variabel indikatorer (penger, CO₂-utslipp, biologisk mangfold) i tillegg til periodiske oppsummeringer. Dette, sammen med konkurranseelementet, har antakeligvis virket svært motiverende. Elevene kunne også eksperimentere med ulike spillstrategier, og vi så læreren ga gruppene i oppgave å prøve ensidige strategier for å se hva som skjedde. Noe av det som gjorde spillingen engasjerende, kan ha vært dramaturgien i spillet. Elevene måtte håndtere utfordringer og kriser som oppsto med begrenset tid og penger. Etter spilling fikk spillerne en samlet poengsum som ble lagt til en resultattavle i Energispillet.no. Dette forsterket konkurranseelementet. Det kom også diskusjoner om hva som lå til grunn for poengsummen, det vil si at elevene diskuterte strategier.

Det mer tradisjonelle gruppearbeidet var en interessant kontrast til Energispillet. Her arbeidet elevene med å bruke relevante internettekster til å lage en presentasjon om et tema. Slik sett kan vi si at gruppearbeidet bidro til balanse i forhold til Energispillet ved å tilby elevene arbeid med autentiske tekster om samfunnsrelevante temaer. Samtidig er det et mer kritisk aspekt ved forskjellene. Kriterier for kvalitet på arbeidet i gruppearbeidet ble ikke gjort eksplisitte, og elevene fikk lite tilbakemelding på presentasjonene. Det var påfallende lavere

«trykk» i elevenes arbeid under gruppearbeidet. Vi tror at et mer problemfokustert utgangspunkt også i gruppearbeidet, gjerne også tettere koblet til Energispillet, kunne bidratt til mer aktiv bruk av flere ressurser og de tilgjengelige læremidlene i gruppearbeidet.

I forskningsgjennomgangen (punkt 2.1) så vi at nettopp det å gi tilbakemelding på elevenes arbeid underveis er viktig i arbeid med digitale representasjoner. I våre observasjoner har vi sett at læreren brukte varierte undervisningsressurser som brakte inn ulike arenaer og kunnskapsområder. Gjennom oppgaveark og veiledning av elevene vektla hun systematisk at elevene skulle se sammenheng mellom de ulike læringsressursene og knytte an til egne tanker og erfaringer. I datamaterialet har vi sett spor av hvordan elevene har håndtert dette og trekker inn ulike ressurser de har tilgang til og ulike andre erfaringer, for eksempel når de måtte velge hvilke handlinger de skulle utføre i Energispillet. På denne måten er det sammenheng mellom undervisningspraksis, bruk av læremidler og andre læringsressurser, og kompleksiteten i saken. Vi mener at vi har sett bruk av læremidler som viser riktig vei i utviklingen av undervisning på dette området, og lærerens strategier for å støtte elevene i å finne sammenheng mellom spilling, lærebok og film lyktes et godt stykke på vei. I elevenes tekster har vi funnet kunnskapselementer fra læreboka, erfaringer fra Energispillet og andre ressurser som ble omformet til elevenes egen framstilling. Gruppearbeid som dominerende arbeidsform ga elevene rom til å knytte sammen handlinger og begreper ved hjelp av lesing, samtaler og skriving.

I denne casen har elevene hatt mulighet til å øve ulike grunnleggende ferdigheter i naturfag. Nedenfor framhever vi aspekter ved de grunnleggende ferdighetene som har vært særlig framtreddende, hvor formuleringer i anførselstegn er hentet fra Kunnskapsløftet (Utdanningsdirektoratet, 2013).

Når det gjelder *mundlige ferdigheter i naturfag*, har elevene i utstrakt grad diskutert, spekulert, spurt og forklart. Det vil si at de har deltatt i «å formidle kunnskap, formulere spørsmål, argumenter og forklaringer», har gjort «egne vurderinger» og har fått «delta i faglige diskusjoner».

Gjennom oppgaveark ble elevene utfordret til å knytte sammen forskjellige ressurser til ulike skriftlige produkter, både i mindre oppgaver knyttet til Energispillet og i det tradisjonelle gruppearbeidet. Dette har gjort at de har fått øvd den grunnleggende ferdigheten *å kunne skrive* ved å «formulere spørsmål og hypoteser, skrive planer og forklaringer, sammenligne og reflektere over informasjon og bruke kilder hensiktsmessig».

Elevene har lest svært ulike tekster i denne casen, både i læreboka, på nettet, i film vist av læreren og i Energispillet, og dermed har de lest ulike sjangre, medier og representasjonsformer. Slik har de øvd den grunnleggende ferdigheten *å kunne lese i naturfag*, som innebærer «å forstå og bruke naturfaglige begreper, symboler, figurer og argumenter gjennom målrettet arbeid med naturfaglige tekster» og «å kunne bruke tilrettelagte kilder til å kunne innhente og sammenligne informasjon fra ulike kilder og vurdere relevansen».

Videre har elevene arbeidet utforskende med en simulering i form av et pedagogisk spill. De arbeidet også med PowerPoint som verktøy. Dette har bidratt til å øve digitale ferdigheter i naturfag, som omfatter «å bruke digitale verktøy til å utforske, registrere, gjøre beregninger, visualisere, dokumentere og publisere data fra egne og andres studier, forsøk og feltarbeid». De har måttet håndtere informasjon som har vært matematisk representert i form av tabeller og grafer, og slik har de øvd *å kunne regne* som grunnleggende ferdighet.

Det som er tydelig i denne casen, er at ulike grunnleggende ferdigheter har virket sammen i funksjonelle kompetanser. Elevene har snakket, lest og skrevet på en integrert måte for å løse de oppgaver de har stått oppe i.

De fleste elevene hadde et betydelig læringsutbytte fra oppleggene omkring Energispillet. Vi tror at dette skyldes flere faktorer, som vi har pekt på over. Samtidig kunne utbyttet vært økt med ytterligere vektlegging av å se sammenhenger mellom Energispillet og lærebokas begreper. Lærer vektla dette i interaksjon med enkeltgrupper, men i liten grad i lærerstyrt helklasseundervisning. Vi mener også at begrepsliggjøring om sammenhenger mellom energibruk, klima og biologisk mangfold gjennomgående kunne vært løftet fram på klassenivå på en mer autoritativ måte av læreren. Ikke for å overstyre elevenes arbeid, men for å gi noen knagger, og for å løfte fram at det på dette feltet ikke finnes entydige svar. Vi erkjenner at det er vanskelige avveininger mellom å gi elevene rom for egen refleksjon og at læreren styrer. Det vil også være i konflikt med undervisning om bærekraftig utvikling å sette begrepskunnskap som det eneste kriteriet på viktig læringsutbytte.

Referanser

- Aamotsbakken, B., & Askeland, N. (2012). Literacy i naturfag og fysikk. Hva kreves av grunnleggende ferdigheter? *Acta Didactica Norge*, 6(1).
- Arnseth, H. C. (2006). Learning to Play or Playing to Learn - A Critical Account of the Models of Communication Informing Educational Research on Computer Gameplay. *The international journal of computer game research*, 6(1).
- Bachmann, K. E. (2005). *Læreplanens differens. Formidling av læreplanen til skolepraksis*. Dr.polit.-avhandling. Pedagogisk institutt, Fakultet for samfunnsvitenskap og teknologiledelse, NTNU.
- Bjønness, B., Johansen, G., & Byhring, A. K. (2011). Lærerens rolle ved utforskende arbeidsmåter. I: E. Knain & S. D. Kolstø (red.), *Elever som forskere i naturfag* (pp. 127-163). Oslo: Universitetsforlaget.
- Brandt, H., Hushovd, O. T. & Tellefsen, C. W. (2011). *Naturfag 2 Yrkesfaglig utdanningsprogram*. Oslo: Aschehoug
- Cole, M. (1996). *Cultural psychology: A once and future discipline*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- de Freitas, S. (2006). *Learning in immersive worlds. A review of game-based learning*. JISC e-Learning Programme.
- Drexhage, J., & Murphy, D. (2010). *Sustainable Development: From Brundtland to Rio 2012* Retrieved from http://www.un.org/wcm/webdav/site/climatechange/shared/gsp/docs/GSP1-6_Background%20on%20Sustainable%20Devt.pdf
- Dysthe, O. (2001). *Dialog, samspel og læring*. Oslo: Abstrakt forlag.
- Echeverri, J. F., & Sadler, T. D. (2011). Gaming as a Platform for the Development of Innovative Problem-Based Learning Opportunities. *Science Educator*, 20(1), 44-48.
- Egeberg, G., Gudmundsdottir, G. B., Hatlevik, O. E., Ottestad, G., Skaug, J. H., & Tømte, K. (2012). Monitor 2011. Skolens digitale tilstand [The digital state of affairs in Norwegian schools.] Oslo: The Norwegian centre for ICT in Education.
- Egenfeldt-Nielsen, S., Smith, J. H., & Tosca, S. P. (2013). *Understanding video games: the essential introduction*. New York: Routledge.
- Erstad, O. (2010). Kunnskapsbygging i kulturhistorisk perspektiv - materialitet, mediering og utforskende arbeidsmåter. I: S. S. Hovdenak & O. Erstad (red.) *Kunnskap i skolen* (pp. 113-131). Trondheim: Bokkapittel under publisering.
- Furberg, A. L., & Berge, O. (2003). *Collaborative learning in networked 3D environments* (Vol. 13). Oslo: ITU.
- Galison, P. (1987). *How Experiments End*. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Gee, J. P. (2008). Being a lion and being a soldier: learning and games. In J. Coiro (Ed.), *Handbook of research on new literacies* (pp. S. 1023-1036). New York: Routledge.
- Gee, J. P., & Green, J. L. (1998). Discourse Analysis, Learning, and Social Practice: A Methodological Study. *Review of Educational Research*, 23 (1998), 119-169.
- Gilje, Ø. (2008a). Digital medieproduksjon i nettverksklasserommet. I: S. Østerud & E. G. Skogseth (Red.), *Å være på nett - Kommunikasjon, identitets- og kompetanseutvikling med digitale medier* (pp. 60-79). Oslo: Cappelen Akademisk Forlag.
- Gilje, Ø. (2008b). Googling Movies - Digital Media Production and the "Culture of Appropriation". *Informal Learning and Digital Media: Constructions, Contexts and Consequences*. Cambridge: Cambridge Scholar Publishing.
- Gore, A. (2013). *The Future. Six Drivers of Global Change*. New York: Random House. Kindle versjon.
- Gros, B. (2007). Digital Games in Education: The Designs of Games-Based Learning Environments. *Journal of research on technology in education*, 40(1), 23-38.
- Halliday, M. A. K., & Hasan, R. (1989). *Language, context, and text: aspects of language in a social semiotic perspective*. Oxford: Oxford University Press.

- Hanghøj, T. (2011). Clashing and Emergin Genres. The interplay of knowledge forms in educational gaming. *Designs for learning*, 11(1), 22-33.
- Hatlevik, O. E. (2011). *Monitor 2010: samtaler om IKT i skolen*. [Tromsø]: Senter for IKT i utdanningen.
- Haug, P. (2011). Klasseromsforskning - Kunnskapsstatus og konsekvensar for lærarrolla og lærarutdanninga. Rapport 21. Volda: Høgskulen i Volda.
- Hertzberg, F. (2010). Arbeid med grunnleggende ferdigheter. I: E. Ottesen & J. Möller (red.), *Underveis, men i svært ulikt tempo. Et blikk inn i ti skoler etter tre år med Kunnskapsløftet*. Oslo: NIFU/STEP Rapport 37/2010.
- Hodge, R., & Kress, G. (1988). *Social Semiotics*. New York: Cornell University Press.
- Jaipal, K. (2009). Meaning Making Through Multiple Modalities in a Biology Classroom: A Multimodal Semiotics Discourse Analysis. *Science Education*, 94, 48-72.
- Jewitt, C., Kress, G., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). Exploring Learning Through Visual, Actional and Linguistic Communication: the multimodal environment of a science classroom. *Educational Review*, 53(1), 5-18.
- Juuhl, G. K., Hontvedt, M., & Skjelbred, D. (2010). Læremiddelforskning etter LK06 : eit kunnskapsoversyn: Høgskolen i Vestfold (rapport 1/2010).
- Kirriemuir, J., & McFarlane, A. (2004). *Literature Review in Games and Learning*. Futurelab series, Report 8.
- Klette, K. (1998). *Klasseromsforskning - på norsk*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Klette, K. (2003). Lærernes klasseromsarbeid: Interaksjons- og arbeidsformer i norske klasserom etter Reform 97. I: K. Klette (red.), *Evaluering av Reform 97. Klasserommets praksisformer etter Reform 97* (Vol. 1, pp. 39-76). Oslo: Universitetet i Oslo og Norges forskningsråd.
- Klette, K., Lie, S., Ødegaard, M., Anmarkrud, Ø., Arnesen, N. E., Bergem, O. K., & Roe, A. (2008). Rapport om forskningsprosjektet PISA+: Norges forskningsråd.
- Klevenberg, B., & Knain, E. (2011). IKT-støttet kunnskapsbygging om klimautfordringer. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, 95(1), 54-69.
- Knain, E. (2008). Skrivning omkring praktisk arbeid i naturfag. I: J. Smidt & R. T. Lorentzen (red.), *Skriving i alle fag* (pp. 215-227). Oslo: Novus.
- Knain, E., Bjønness, B., & Kolstø, S. D. (2011). Rammer og støttestrukturer i utforskende arbeidsmåter. I: E. Knain & S. D. Kolstø (red.), *Elever som forskere i naturfag* (pp. 85-126). Oslo: Universitetsforlaget.
- Knudsen, S. V. (Red.). (2011). Internasjonal forskning på læremidler : en kunnskapsstatus Høgskolen i Vestfold.
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues. *Science Education*, 85, 291-310.
- Kress, G. (2010). *Multimodality - A social semiotic approach to contemporary communication*. London/New York: Routledge.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal Teaching and Learning. The rhetorics of the science classroom*. London and New York: Continuum.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning. Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Linderoth, J., Latntz-Andersson, A., & Lindström, B. (2002). Electronic Exaggerations and Virtual Worries: mapping research of computer games relevant to the understanding of children's game play. 3(2), 226-250. <http://dx.doi.org/10.2304/ciec.2002.3.2.6>
- Mitchell, A., & Saviile-Smith, C. (2004). *The use of computer and video games for learning. A review of the literature*. London: The Learning and Skills Development Agency.
- Mjelde, L. (2002). *Yrkenes pedagogikk. Fra arbeid til læring - fra læring til arbeid*. Oslo: Yrkeslitteratur AS.
- Mork, S. M., & Jorde, D. (2005). Hva må til for at lærere skal bruke digitale læremidler? Erfaringer fra Vitenprosjektet. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, 89, 135-145.
- Rasmussen, I. (2012). Trajectories of participation: temporality and learning. I: N. M. Seel (Red.), *Encyclopedia of the Science of Learning* (pp. 3334-3337). Springer.

- Ryder, J. (2001). Identifying Science Understanding for Functional Scientific Literacy. *Studies in Science Education*, 36, 1-44.
- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. Oxford: Oxford University Press.
- Rønning, W., Fiva, T., Henriksen, E., Krogtoft, M., Nilsen, N. O., Skogvold, A. S., & Solstad, A. G. (2008). Læreplan, læreverk og tilrettelegging for læring - Analyse av læreplan og et utvalg læreverk i naturfag, norsk og samfunnsfag. Bodø: Nordlandsforskning (NF-rapport nr 2/2008).
- Sadler, T. D., Klosterman, M. L., & Topcu, M. S. (2011). Learning Science Content and Socio-scientific Reasoning Through Classroom Explorations of Global Climate Change. I: T. D. Sadler (red.), *Socio-scientific Issues in the Classroom* (pp. 45-77). Dordrecht: Springer.
- Scott, P. H., Mortimer, E. F., & Aguiar, O. G. (2006). The Tension Between Authoritative and Dialogic Discourse: A Fundamental Characteristic of Meaning Making Interactions in High School Science Lessons. *Science Education*, 90, 605-631.
- Selander, S., & Kress, G. (2010). *Design för lärande - ett multimodalt perspektiv*. Stockholm: Norstedts.
- Skjelbred, D., Solstad, T., & Aamotsbakken, B. (2005). Kartlegging av læremidler og læremiddelpraksis: Høgskolen i Vestfold
- Svingby, G., & Nilsson, E. M. (2011). Research Review: Empirical Studies on Computer Game Play in Science Education. I: P. Felicia (red.), *Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches*. Hershey, PA: IGI Global.
- Tomkinson, B. (2009). *Coping with Complexity*. A. Stibbe (red.) *The Handbook of Sustainability Literacy. Skills for a Changing World*. Retrieved from <http://arts.brighton.ac.uk/stibbe-handbook-of-sustainability/chapters/coping-with-complexity> (sist besøkt 31.08.2010)
- Ulicsak, M., & Williamson, B. (2011). *Computer Games and Learning: a handbook*. London: Futurelab.
- Utdanningsdirektoratet. (2005). Kartlegging av læremiddel og læremiddelpraksis. København: Rambøll Management AS.
- Utdanningsdirektoratet. (2012). *Kunnskap for en felles framtid. Revidert strategi for utdanning for bærekraftig utvikling 2012-2015*. Rapport, 05.07.2012.
- Utdanningsdirektoratet. (2013). Veiledning til læreplan i naturfag. [http://www.udir.no/Lareplaner/Veiledninger-til-lareplaner/Revidert-2013/Veiledning-til-lareplan-i-naturfag/?depth=0&read=1\)#a3.10](http://www.udir.no/Lareplaner/Veiledninger-til-lareplaner/Revidert-2013/Veiledning-til-lareplan-i-naturfag/?depth=0&read=1)#a3.10)
- Utdanningsdirektoratet. (2013). Læreplan i naturfag Nat1-03. Grunnleggende ferdigheter i naturfag. http://www.udir.no/kl06/NAT1-03/Hele/Grunnleggende_ferdigheter/.
- Vaage, O. F. (2013). *Norsk mediebarometer 2012* (Vol. 134). Oslo: Statistisk sentralbyrå.
- Vygotskij, L. S. (2001). *Tenkning og tale*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Wallace, C. S. (2004). Framing New Research in Science Literacy and Language Use: Authenticity, Multiple Discourses, and the "Third Space". *Science Education*, 88(6), 901-914.
- Wasson, B., & Ludvigsen, S. R. (2003). *Design for knowledge building* (Vol. 19). Oslo: ITU.
- Williamson, B. (2009). *Computer games, schools, and young people - A report for educators on using games for learning*. London: Futurelab.
- Wu, H.-K., & Krajcik, J. S. (2006). Inscriptional Practices in Two Inquiry-Based Classrooms: A Case Study of Seventh Graders' Use of Data Tables and Graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(1), 63-45.
- Yeo, J., & Tan, S. C. (2010). Constructive Use of Authoritative Sources in Science Meaning-making. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1739-1754.
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research. Design and Methods*. Thousand Oakes & London: Sage.
- Ødegaard, M., & Arnesen, N. E. (2010). Hva skjer i naturfagklasserommet? Resultater fra en videobasert klasseromsstudie; PISA+. *Nordic Studies in Science Education (NorDiNa)*, 6(1), 16-32.

Vedlegg 1: Definisjon av læremidler, teori og forskningsdesign

Formålet med forskningsprosjektet *ARK&APP* er å undersøke læremidler i bruk i fire utvalgte fag: samfunnsfag, engelsk, matematikk og naturfag. I casestudiene er vi særlig opptatt av *hva* slags læremidler som brukes, *hvordan* de brukes, og *hvilken* innvirkning dette har på samtalene og aktivitetene i klasserommet. De 12 casestudiene i prosjektet undersøker dette gjennom intervjuer, observasjoner, pre- og posttest og innsamlede læremidler og tekster fra klasserommene. Det blir særlig lagt vekt på tre av de fem forskningsspørsmålene som finnes i prosjektet:

- Hvordan benyttes læremidlene i undervisningsopplegget?
- Hvilken funksjon har bruken av læremidlene i interaksjonen mellom lærer og elever?
- Hvordan bidrar bruk av læremidlene til engasjement og læring hos elever?

De to første forskningsspørsmålene belyser situasjoner der læremidler brukes i interaksjon mellom lærer og elever og mellom elever. Med et sosiokulturelt perspektiv på læring får vi en forklaringskraft til hvilken funksjon læremidlene har (som artefakter) i sosial interaksjon mellom individene som utgjør læringsfellesskapet. Det er derfor avgjørende å observere dette systematisk og ta samtalene opp på video, slik at vi kan analysere hvordan læremidler blir tatt i bruk i interaksjonen.

Det tredje spørsmålet er knyttet til hvordan bruken av læremidler bidrar til engasjement og læring hos elevene. Våre observasjoner og opptak av elevsamtaler og elev-lærer-samtaler er et viktig datamateriale for å forstå elevenes engasjement. Hvordan læremidlene bidrar til læring hos elevene, drøftes med bakgrunn i resultatene på pre- og posttesten.

Definisjon av læremidler

De siste 10 årene har det blitt gjennomført fire kartlegginger av læremidler i norsk skole. Dette er Rambølls *Kartlegging av læremiddel og læremiddelpraksis* (Utdanningsdirektoratet 2005), og *kartlegging av læremiddel og Læremiddelpraksis* (Skjelbred, Solstad and Aamotsbakken 2005) fra HiVe, *Læremiddelforskning etter LK06 – Eit kunnskapsoversyn* (Juuhl, Hontvedt and Skjelbred 2010), *Internasjonal forskning på læremidler – en kunnskapsstatus* (Knudsen 2011) fra HiVe. Fra 2005 finnes det også en doktorgradsavhandling basert på en større, nasjonal lærerundersøkelse om lærebokas betydning i arbeidet med Reform 97 (Bachmann 2005). Tilsvarende temaer blir omtalt i den første delrapporten i evalueringen av Kunnskapsløftet, *Læreplan, læreverk og tilrettelegging for læring* (Rønning et al. 2008). I den grad læremidler er definert i disse rapportene, opereres det med en vid forståelse av læremidler, som også omfatter ressurser som læreren eller elevene bruker i undervisningen.

Caserapportene i forskningsprosjektet *ARK&APP* skal vise hvordan trykte og ikke-trykte læremidler brukes sammen med andre typer kilder og læringsressurser i fire ulike fag. I opplæringslova er læremidler definert på denne måten etter Kunnskapsløftet:

Alle trykte og ikke-trykte element, enkeltstående eller slike som går inn i ein heilskap som er utvikla til bruk i opplæringa, og som aleine eller til saman dekkjer kompetanssmål i Læreplanverket for Kunnskapsløftet. Læremiddel kan vere trykte og digitale. (Lovdata, forskrift til opplæringslova, paragraf 17-1)

I forskningsprosjektet *ARK&APP* kategoriserer vi ressursene for læring som benyttes av lærere og elever, som (1) pedagogisk tilrettelagt materiale, det vil si trykte eller ikke-trykte *læremidler*, og (2) materiale som er brukt til læring, det vil si *læringsressurser* som ikke er designet for skolen eller læring spesielt, for eksempel Wikipedia, en datamaskin eller en film. Denne distinksjonen er viktig for å analysere læremidlers og ressursers funksjon med hensyn til læring i interaksjonen mellom lærer og elever. Læremidler og andre typer kilder og læringsressurser (i rapportene: *ressurser for læring/læringsressurser*) brukes av læreren og av elevene på ulike måter kombinert med de forskjellige arbeidsmåtene som finner sted i undervisningsforløpet. Vi oppfatter skolens læremiddelkultur i dag som en «blandingskultur». I denne kulturen har læreboka fremdeles en sentral rolle, men samtidig blir ulike analoge og digitale ressurser for læring tatt i bruk i stadig større grad (Egeberg et al. 2012; Hatlevik 2011). Denne blandingskulturen – med både tradisjonelle, ofte trykte læremidler sammen med digitale læremidler og ressurser for læring – preger i dag norske klasserom. Forlagene har også en tilsvarende blanding, da en rekke av læreverkene har tilleggsoppgaver og opplegg på relaterte nettsider.

Teoretisk utgangspunkt

Et sosiokulturelt perspektiv vektlegger at læring skjer gjennom deltagelse i et fellesskap (Cole 1996; Dysthe 2001; Lave and Wenger 1991; Rogoff 2003). Et læringsfellesskap blir skapt av både deltagerne og de læremidler og ressurser for læring som de har til rådighet. Sosiokulturell teori vier stor oppmerksomhet til en analyse av læremidler, fordi perspektivet framhever hvordan kunnskapen blir mediert. I denne prosessen er kulturelle verktøy som læringsressurser og læremidler helt sentrale i skolens arbeidsmåter. Et sosiokulturelt perspektiv gir forklaringskraft til å analysere læring slik den foregår ved hjelp av disse semiotiske og materielle ressursene. Læring over tid forstås da som en endring i observert handling i bruken av artefakter blant dem som deltar i fellesskapet (Gee and Green 1998; Rasmussen 2012). Individenes bidrag av kunnskap og ferdigheter i undervisningsforløpet, der ulike læremidler og ressurser for læring er i bruk, forstås som uttrykk for kompetanse hos individene slik den artikuleres i den sosiale interaksjonen. Dette gjør observasjoner og videodata nødvendig som metodisk inngang.

Å analysere semiotiske og materielle «elementer» krever også en analytisk inngang for å forstå hvordan bilder, tegn og skrift er satt sammen i læremidler og ressurser for læring. Hver av disse uttrykksformene representerer en mulig ressurs for kommunikasjon og læring. Semiotiske og materielle ressurser betegnes som modaliteter innenfor sosiosemiotikken (Gilje 2008a; Gilje 2008b; Hodge and Kress 1988; Selander and Kress 2010). Dette kan som nevnt være skrift, tegn og bilder, men også tale, farger, musikk og levende bilder. Alle slike modaliteter er formet gjennom ulike undervisningspraksiser over tid. Hver modalitet har derfor et meningspotensial som følge av den verdi fellesskapet har tillagt den semiotiske ressursen over tid (Kress 2010). Norsk skole har en læremiddelkultur der skrift er en foretrukket modalitet for kommunikasjon og læring. Men det er også lange tradisjoner i skolen for å bruke bildeplansjer, kart, tavletegning og lysbilder, ressurser for kommunikasjon og læring som bygger på andre modaliteter enn skrift. Framveksten av digitale læringsressurser problematiserer skillet mellom den skriftbasert og den visuelle læremiddelkulturen.

Forskningsdesign

Med utgangspunkt i de nevnte metodene har forskerne utarbeidet en rekke måleinstrumenter for å sikre en helhetlig forskningsdesign på tvers av de tolv casestudiene som utføres. Disse instrumentene utgjør et observasjonsskjema, intervjuguider og en pre- og posttest. Disse tre instrumenttypene brukes gjennomgående, med de nødvendige variasjoner det er behov for, i alle casene.

Observasjonsskjemaet er utarbeidet for å systematisk undersøke hvordan læremidlene brukes i undervisningsopplegget: Hvilke læremidler er i bruk? Hvordan brukes de? Hvilken innvirkning har bruken på de samtalene og aktivitetene som finner sted i klasserommet? Slike typer observasjoner tidfestes i den skjematisk delen av observasjonsskjemaet. I den strukturerte delen kodes observasjonene ved hjelp av forhåndsdefinerte kategorier. Disse kategoriene er knyttet til undervisningsaktiviteter, organisering og bruk av læremidler. Kategoriene: klassesamtale, gruppearbeid, individuelt arbeid, muntlige presentasjoner, høytlesning og lærerforelesning er forankret i en gjennomgang av tidligere studier av norske klasserom (Haug 2011; Klette 1998)

I tillegg har skjemaet plass for et etnografisk feltnotat der observatøren gjør deskriptive beskrivelser av de aktivitetene som foregår. Denne delen av observasjonsskjemaet gir forskerne bedre anledning til å beskrive særtrekk ved den læremiddelkulturen de observerer, trekk som er vanskelige å klassifisere med de forhåndsdefinerte kategoriene.

Det er utarbeidet to intervjuguider i prosjektet. Intervjuguiden til intervjuet med læreren er formell og inneholder spørsmål knyttet til lærerens forberedelser og valg av læremidler, kompetansemål og utfordringer ved vurdering. I tillegg inneholder intervjuguiden mer generelle spørsmål som retter seg mot lærerens generelle forståelse av læremidler og praksis i ulike fag.

Elevintervjuene er primært orientert mot elevenes opplevelse av undervisningsforløpet som er studert. Her spør vi om ulike utfordringer de måtte håndtere i bruk av de ulike læremidlene, og om hvordan ulike læremidler skapte motivasjon og engasjement. Fordi elevintervjuene ble gjort til slutt i feltarbeidet, fikk vi anledning til å ta utgangspunkt i konkrete episoder, noe som er en fordel når man intervjuer barn og unge. Til forskjell fra observasjon og videodata gir intervjuer innsikt i hendelser i løpet av prosjektet sett fra et subjektivt ståsted. Svarene gir samtidig informasjon om informantens verdier, valg og begrunnelser.

Pre- og posttest blir brukt for å kartlegge elevenes eksisterende kunnskap samt å undersøke elevenes læringsutbytte av et planlagt undervisningsopplegg med spesifikke læremidler.

Vedlagt følger her:

- Guide til bruk av observasjonsskjema og observasjonsnotat
- Koding av observasjonsdata
- Intervjuguide for lærere
- Intervjuguide for elever

Beskrivelse av pre- og posttest blir gitt i hver enkelt caserapport.

Vedlegg 1b: Guide til bruk av observasjonsskjema og observasjonsnotat

Forklaring av observasjonskategoriene i skjemaet

Monologisk. Læreren holder ordet alene over noe tid (eksempelvis ved å forklare noe, fortelle eller forelese).

Dialogisk. Fellessamtale mellom læreren og elevene (læreren fungerer som ordstyrer eller initierer samtaler der flere elever deltar, elever stiller spørsmål/bidrar med synspunkter).

Læremidler. Kategorien omfatter alle læringsressurser og læremidler som brukes (se ovenfor). De systematiske feltnotatene skal beskrive hvordan disse har betydning for aktivitetene og samtalene i klasserommet.

Dette skal det legges vekt på ved etnografisk feltnotat (siste del av skjemaet, bruk egen feltbok):

- *Beskriv undervisningen deskriptivt*, på en utfyllende måte og gjerne med eksempler og små utdrag fra samtaler. *Ikke* skriv hvordan du synes den burde være.
- *Beskriv alle læremidlene som er i bruk*, hvordan de blir brukt og hvordan de ulike aktivitetene foregår gjennom timen der forskjellige læremidler og ressurser blir brukt.
- *Beskriv hvordan eleven jobber*, eksemplifiser med detaljerte beskrivelser av en eller to tilfeldig valgte elever.
- *Beskriv hvordan læreren rammer inn timen*. Hvor eksplisitt beskriver læreren hva som er formålet med aktivitetene/oppgavene i den observerte økten? Hvordan formidles målet med undervisningsøkten og kravene til aktivitetene? (Gir læreren spesifikke krav knyttet til karakterer? Dette gjelder ikke mellomtrinnet.)
- *Strategiinstruksjon*. Gir læreren beskrivelser til elevene om hvordan de skal utvikle egen bevissthet om framgang og arbeidsmåter, for eksempel strategier for lesing, regning, problemløsning, informasjonsinnhenting og samarbeid? Kobler læreren denne strategiinstruksjonen til særtrekk ved læremidlene?
- *Forklaring av ord*. Blir fagbegreper og/eller lavfrekvente ord forklart for elevene?

Beskriv i tillegg generelt hva som preget timen du observerte. Var det mye lærerstyring, elevdeltagelse, elevmedbestemmelse, individuelt arbeid, undersøkelser og samarbeid mellom elever, diskusjoner/drøftinger/problematiseringer (mellom elevene / hele klassen), oppsummeringer/henvisninger til tidligere aktiviteter, læreren jobber med enkeltelever? Beskriv også generelt om det var mye støy, og om hvordan læreren ga tilbakemeldinger (sosialt og emosjonelt støttende, generelle og faglige og irttesettelser av enkeltelever).

Alle feltnotater skal skrives til elektroniske dokumenter samme dag som observasjonen fant sted. Bruk denne fasen av arbeidet til å tenke gjennom observasjonene, og skriv gjerne en egen refleksjon som skilles ut fra observasjonsskjemaet og det etnografiske, deskriptive, feltnotatet.

Koding av observasjonsdata

Koding av observasjonsdata skal gjøres ved å registrere tid (antall minutter) som er brukt til følgende aktiviteter: a) klassesamtale, b) gruppearbeid, c) individuelt arbeid, d) muntlige presentasjoner, e) høytlesning og f) lærerforelesning. Disse framstår visuelt som kakediagram i caserapportene, og vil gjøre det enkelt å sammenligne undervisningsformene på tvers av de tolv casene.

Videodataene brukes til å kunne gi et mer nyansert innblikk i praksisen som utspiller seg innen de ulike aktivitetene. Det bør velges ut spesifikke aktivitetssekvenser for å eksemplifisere typiske former for læremiddelbruk knyttet til ulike interaksjonsformer. Disse sekvensene blir så transkribert og analysert i detalj i caserapportene. Sekvensene bør primært være fra videodata, men kan også bli dokumentert i form av feltnotater som i detalj beskriver enkelte episoder.

Utover at disse ekstraktene skal vise typiske former for læremiddelbruk, er det viktig å få fram episoder som inneholder forklaringer, rettferdiggjøringer, utfordringer og presiseringer. Ved å fokusere på slike redegjørelser rettes den analytiske oppmerksomheten mot det deltagerne i den sosiale samhandlingen er opptatt av, det de ser på som relevant i den aktuelle lærings situasjonen.

Observasjonsdataene blir også brukt for å gi en mer utfyllende beskrivelse av det som foregår i klasserommet.

Observasjonsskjema og notat

Informasjon

Navn på forsker/student som har gjennomført observasjonen:

Skole: _____

Lærer m/k: _____ Fag E/S/M/N²: _____ Klassetrinn: _____

Antall elever: _____ Gutter: _____ Jenter: _____

Observasjonsdato: _____ Timen/enhet starter: _____ Timen/enhet slutter: _____

Tok du kopi/bilde av elevenes eller lærerens undervisningsmateriale? Ja: _____ Nei _____

Beskriv undervisningsmateriale:

Beskrivelse av fagtema/prosjekt:

² E – engelsk S – samfunnsfag M – matematikk N – Naturfag

Observasjonsskjema: Arbeidsformer og læremidler

Elevaktiviteter:

Elevarbeidsformer	Tidsangivelse	Læremidler og ressurser i bruk:	Notater
		Lærebøker, Internett, digitale læremidler, Smartboard, Tavle, Power Point m.m	
Gruppearbeid			
Individuelt arbeid			
Muntlige presentasjoner			
Stasjoner, rollespill, andre aktiviteter			

Læreraktivitet:

Læreraktivitet	Tidsangivelse	Læremidler i bruk:	Notater
		Tavle, Smartboard, Power Point m.m	
Faglig plenumsforelesning (Monologisk)			
Klassediskusjon (Dialogisk)			
Individuell veiledning			
Gruppeveiledning			
Annet:			

Observasjonsnotat (føres i egen feltnotatbok)

Intervjuguide

Tema om overgangen mellom klassetrinn

Denne guiden utgjør strukturen for de samtaler som skal føres med lærere og elever.

Intervjuene gjennomføres med lærerne/lærerteam som deltar i de tolv casene.

Tid: 30-40 min.

Intervjuguide lærere:

Om lærerens bakgrunn

1. Hva er din bakgrunn og hvor lenge har du jobbet som lærer?
2. Hvordan anser du din egen undervisning? (Tradisjonell, innovativ)
3. I hvilken grad og hvordan har du brukt digitale læremidler tidligere?
4. Hvordan vil du beskrive overgangen mellom [trinn 7 og 8] for elevene?
5. Hva er de mest sentrale faglige utfordringene som elevene møter i overgangen?
6. Er det noen forskjeller mellom ulike elevgrupper?
7. Syns du elevene behersker [fag] i forhold til grunnleggende ferdigheter?

Om prosjektet som observeres

8. Hvordan organiserer du elevene vanligvis når de skal jobbe med [fag]?
9. Hvilke type læremidler bruker du vanligvis i [fag]?
 - Hvordan velges disse ut?
 - Er det knyttet til hvordan læreplanen ser ut?
10. I hvilken grad syns du læreboka dekker det elevene skal lære om [tema], [fag] og [trinn], (f.eks algebra i matematikk i 8. klasse)?
11. I hvilken grad syns du [læremiddel] støtter opp om læringsmålene om [tema]?
 - problemløsning, begreper, tema behandlet i læreboka etc..
12. I hvilken grad syns du [læringsressurs] støtter opp om læringsmålene om [tema]?

- problemløsning, begreper, tema behandlet i læreboka etc..

13. Hvordan syntes du forholdet mellom smartboard, lærebok og [digitalt læringsmiddel] fungerte? (dersom relevant)

Intervjuguide med elevene i fokusgrupper:

1. Opplever dere at det er forskjell mellom 7. og 8. trinn?

2. Hvis ja - hva består disse forskjellene av?

- Øker kravene til dere faglig?

3. Brukte dere digitale læremidler i 7. trinn?

- Hvilke typer og til hva?

- Hva med lærebøker?

4. Bruker dere digitale læremidler i 8. trinn?

- Hvilke typer og til hva?

- Hva med lærebøker?

Om prosjektet som observeres

5. Hva synes dere om [faget]?

6. Hvordan jobber dere med [faget]?

- Samarbeid? Alene? Samtale i timene (dialogisk)

- Lærerstyrt undervisning ved tavle? (monologisk)

7. Hva synes dere om [tema]? (holdning og forkunnskap)

8. Hvilke oppgaver i pre-testen syntes dere var lett, vanskelig etc.?

9. Hva synes dere om [spesifikt læremiddel /læringsressurs]?

10. Hva bidro mest til det dere presterte på testen?

- Lærer, Tavla, Lærebok, [digitale læringsressurser]

Referanser til vedlegg 1

- Bachmann, Kari Elisabeth. 2005. *Læreplanens differens: formidling av læreplanen til skolepraksis*. Trondheim: NTNU.
- Cole, M. . 1996. *Cultural psychology: A once and future discipline*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Dysthe, Olga. 2001. *Dialog, samspel og læring*. Oslo: Abstrakt forl.
- Egeberg, Gunstein, Greta Björk Gudmundsdottir, Ove Edvard Hatlevik, Geir Ottestad, Jørund Høie Skaug, and Karoline Tømte. 2012. "Monitor 2011. Skolens digitale tilstand [The digital state of affairs in Norwegian schools.] ". Oslo: The Norwegian centre for ICT in Education.
- Gee, James Paul, and Judith L. Green. 1998. "Discourse Analysis, Learning, and Social Practice: A Methodological Study." *Review of Educational Research* 23 (1998):119-69.
- Gilje, Ø. 2008a. "Digital medieproduksjon i nettverksklasserommet." Pp. 60-79 in *Å være på nett - Kommunikasjon, identitets- og kompetanseutvikling med digitale medier*, edited by S. Østerud and E. G. Skogseth. Oslo: Cappelen Akademisk Forlag.
- . 2008b. "Googling Movies - Digital Media Production and the "Culture of Appropriation"." *Informal Learning and Digital Media: Constructions, Contexts and Consequences*. Cambridge: Cambridge Scholar Publishing.
- Hatlevik, Ove Edvard. 2011. *Monitor 2010: samtaler om IKT i skolen*. [Tromsø]: Senter for IKT i utdanningen.
- Haug, P. 2011. "Klasseromsforskning - Kunnskapsstatus og konsekvensar for lærarrolla og lærarutdanninga. Rapport 21." Volda: Høgskulen i Volda.
- Hodge, Bob, and Gunther Kress. 1988. *Social Semiotics*. Cambridge: Polity Press.
- Juuhl, Gudrun Kløve, Magnus Hontvedt, and Dagrún Skjelbred. 2010. "Læremiddelforskning etter LK06 : eit kunnskapsoversyn." Høgskolen i Vestfold (rapport 1/2010).
- Klette, K. 1998. *Klasseromsforskning - på norsk*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Knudsen, S. V. (Ed.). 2011. *Internasjonal forskning på læremidler : en kunnskapsstatus Høgskolen i Vestfold*.
- Kress, Gunther. 2010. *Multimodality - A social semiotic approach to contemporary communication*. London/New York: Routledge.
- Lave, J. , and E. Wenger. 1991. *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rasmussen, Ingvill. 2012. "Trajectories of participation: temporality and learning." Pp. 3334-37 in *Encyclopedia of the Science of Learning*, edited by Norbert M. Seel: Springer.
- Rogoff, B. 2003. *The cultural nature of human development*. Oxford: Oxford University Press.
- Rønning, Wenche, Toril Fiva, Espen Henriksen, Marit Krogtoft, Nils Ole Nilsen, Anne Sofie Skogvold, and Anne Grete Solstad. 2008. "Læreplan, læreverk og tilrettelegging for læring - Analyse av læreplan og et utvalg læreverk i naturfag, norsk og samfunnsfag." Bodø: Nordlandsforskning (NF-rapport nr 2/2008).
- Selander, Staffan, and Gunther Kress. 2010. *Design för lärande: ett multimodalt perspektiv*. Stockholm: Norstedts.
- Skjelbred, Dagrún, Trine Solstad, and Bente Aamotsbakken. 2005. "Kartlegging av læremidler og Læremiddelpraksis." Tønsberg: Høgskolen i Vestfold.
- Utdanningsdirektoratet. 2005. "Kartlegging av læremiddel og læremiddelpraksis." København: Rambøll Management AS.

Vedlegg 2: Case-spesifikke oppgaver, læremidler og dokumentasjon

Vedlegg 2a: Gruppeoppgave 15. mai

Oppgaver Onsdag 15/5

På bakgrunn av erfaringene fra energispillet brett 2, hva kan vi gjøre for å sikre energiforsyningen, og samtidig redusere CO₂-utslipp? Diskuter to og to.

Vi ser filmen «Tiltak som virker» fra klimafilm.no

Oppgaver knyttet til filmen (bruk gjerne andre kilder også for å finne svar på spørsmålene):

- Norge slipper ut 8,5 tonn CO₂ per innbygger per år, mens i Sverige er tilsvarende tall 5 tonn. Hvorfor er CO₂-utslippene større i Norge enn i Sverige?
- Hvordan kan vi endre energibruken slik at vi reduserer CO₂-utslippene?
- Hvorfor kan forskning på solceller være et viktig bidrag for å redusere CO₂-utslippene?
- Hvilke tiltak kan du som vanlig person gjennomføre i løpet av en vanlig dag?
- Hvordan kan du påvirke politiske beslutninger som fremmer tiltak for å redusere CO₂-utslipp?
- Hvilke tiltak for avfallshåndtering og reduksjon av avfallsmengde kan bidra til å begrense CO₂-utslipp?

Vedlegg 2b: Gruppeoppgave til runde 2 av Energispillet, 13. mai

Gruppeoppgave dag2

1. Hva skal til for å få mange poeng på brett 2 i Energispillet?
Snakk sammen og bestem dere for en spillstrategi
2. Spille brett 2 i gruppene
3. Ta bilde av resultatene og legg inn på OneNote.
4. Diskuter i gruppa:
 - a. Hva gjorde dere for å sikre energiforsyningen
 - b. Forskning? Hadde det innvirkning?
 - c. Har dere greid å opprettholde energibalansen?
 - d. Hvilke tiltak for å redusere CO2?
 - e. Hvordan har det gått økonomisk?
 - f. Hvilke interessekonflikter har dere støtt på i løpet av spillet?
5. Spill brett 2. Det er premie til beste gruppe!
6. Diskuter i gruppa:
 - a. Hvilke tiltak kan man gjøre for å redusere klimagassutslipp?
 - b. Hva gjorde dere for å sikre energiforsyninga? Hva gjorde dette med CO2 utslipp og biologisk mangfold?
 - c. Var det eksempler på interessekonflikter i deres spill?
 - d. Er dette spillet realistisk?

Vedlegg 2c: Utdrag fra Brandt, Hushovd & Tellefsen (2011) Naturfag 2, Yrkesfaglig utdanningsprogram.

5 BÆREKRAFTIG UTVIKLING 149

Jeg vil resirkuleres til en annen klode!



Avfall – deponert eller gjenvunnet

Avfall blir enten deponert eller gjenvunnet. Å *deponere* avfall betyr å legge det på en søppelplass, et deponi. Her vil biologisk materiale raskt bli brutt ned. I prosessen blir det ikke bare frigitt CO₂, men også den sterke klimagassen metan. Fra 2009 ble det forbudt å deponere biologisk nedbrytbart avfall. Det betyr at det avfallet som forårsaker utslipp av klimagassen metan, heretter må gjenvinnes, enten ved materialgjenvinning eller energigjenvinning. Materialer som betong, glass og plast brytes svært langsomt ned.

Gjenvinning kan skje på to måter. Når materialer i avfallet blir brukt (som råvarer) på nytt, kaller vi det *materialgjenvinning*. Plast, papir, glass og metaller egner seg godt til materialgjenvinning. Når avfall blir brent og brukt til energiformål som varme, kaller vi det *energigjenvinning*.

Vi ønsker at minst mulig avfall blir deponert, og at mest mulig går til gjenvinning. For å kunne gjenvinne mest mulig er det viktig å dele inn avfall i ulike kategorier og sortere det ut fra disse kategoriene. Det kaller vi *kildesortering*.

