

Dag Atle Lysne er førsteamanuensis ved Institutt for lærerutdanning (ILU) ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Hans forskningsinteresser retter seg mot teknologi og design i grunnskolen, samt bruk av alternative læringsarenaer for å fremme elevers læring i naturfag.

Bjørn Tore Esjeholm er førsteamanuensis og assisterende instituttleder ved Institutt for bygg, energi og materialteknologi ved Norges arktiske universitet (UiT) hvor han underviser i fysikk og matematikk på ingeniørutdanningen. Han har også lang erfaring med undervisning på videregående skole og i lærerutdanningen. Hans forskning er innrettet mot fagområdet teknologi i undervisning.

DAG ATLE LYSNE

Institutt for lærerutdanning, NTNU, Trondheim, Norway
Dag.atle.lysne@ntnu.no

BJØRN TORE ESJEHOLM

UiT Norges arktiske universitet, Alta, Norway
bjarn-tore.esjeholm@uit.no

Hvordan kommuniserer lærere med elevene i teknologiprosjekter?

Summary

Inquiry-based methods have been seen as important for developing science in school. There are good reasons why the work of designing various technological devices in technology should also be part of inquiry-based methods. If so, it requires that the teachers have an exploratory approach in communicating with students. In this paper, we analyze the communication between teachers and students in six technology projects. The main pattern is that teachers act instructively to students or try to convince them to use a solution the teacher has planned in advance. Exploratory and moderating communication were less frequent. This is contrary to the intention of inquiry-based methods. However, discussion of conceptual topics seems to provide a more exploratory approach from teachers compared to procedural topics. Likewise, active students, who themselves try to come up with solutions to the challenges, seem to contribute to a more exploratory approach from the teachers. The same goes for tasks that are so open that teachers will not be able to plan for solutions in advance. No school scientific concepts in natural science were used in the discussions between teachers and students.

INNLEDNING

Utforskende arbeidsmetoder har i Europa blitt sett på som veien videre for naturfagene (Hoveid & Gray, 2013; Rocard et al., 2007). Denne typen undervisning bygger på prinsippet om at elevene skal bli involvert i å formulere og løse spørsmål knyttet til observerte fenomen heller enn å bli presentert blokker av kunnskap som beskriver disse fenomenene. Tanken er at utforskende arbeidsmetoder skal fremme forståelsen av vitenskapelige prosesser og begreper (Crawford, 2007; Keys & Bryan, 2001) og engasjere elevene som kreative produsenter av ny kunnskap, heller enn passive mottakere av informasjon. Knain og Kolstø (2019, s. 20-26) viser til at det er en stor bredde i forståelsen av utforskende

arbeidsmåter eller Inquiry Based Science Teaching. De beskriver et spekter fra lukka lærerstyrte prosjekter til åpen utforskning som innehar en gradering fra lav til høy kompleksitet. På den ene siden vil læreren i et styrt eksperiment lede elevene til nye erkjennelser knyttet til naturfaglige tema. Også Kuhlthau, Maniotes og Caspari (2007) vektlegger at vellykket utforskende læring forutsetter at læreren strukturerer aktivitetene og kommunikasjonen slik at elevene blir i stand til å oppnå dyp innsikt i de utfordringene de arbeider med. I andre mer åpne eksperimenter beskriver Knain og Kolstø (2019, s. 20-26) hvordan graden av lærerstyring avtar når sakskompleksiteten øker og prosjektene blir mer åpne.

Internasjonalt har det vært gjort en rekke studier av hvilken rolle elevenes kommunikasjon med andre spiller i deres læringsutbytte (f.eks. Clarke, 2014; Mercer & Dawes, 2008; Mercer & Littleton, 2007; Shields & Edwards, 2005; Wegerif, Linares, Rojas-Drummond, Mercer & Velez, 2005). Flere studier har sett spesielt på hvilken sentral rolle verbal kommunikasjon spiller innenfor læring av teknologi i skolen og ikke minst hvordan kommunikasjonen påvirker og utvikler de mentale modellene elevene etablerer gjennom samtale rundt de artefaktene de jobber med (Ariff, Badke-Schaub & Eris, 2012; Fox-Turnbull, 2016; Hope, 2018; Masson, Klop & Osseweijer, 2016; Osborne, 2009; Yliveronen, 2018).

I 2019 ble fagfornyelse for grunnskolen gjennomført. I de nye læreplanene beholdes teknologi som en vesentlig del av naturfag. De skapende og innovative sidene ved fagområdet er minst like tydelige som tidligere: *“Gjennom å bruke og skape teknologi kan elevene kombinere erfaring og faglig kunnskap med å tenke kreativt og nyskapende. Elevene skal forstå teknologiske prinsipper og virkemåter. De skal vurdere hvordan teknologi kan bidra til løsninger, men også skape nye utfordringer. Kunnskap om og kompetanse innenfor teknologi er derfor viktig i et bærekraftsperspektiv.”* (Utdanningsdirektoratet, 2019, kjerneelementet teknologi).

For å fylle den nye læreplanens kompetansemål innen teknologi må elevenes arbeid med å konstruere teknologiske innretninger inneha de elementer og kvaliteter som utforskende arbeidsmetoder skal ha for å bygge kompetanser hos elevene knyttet til kreativitet og nyskaping. Da må oppgavene, eller utfordringene, som gis til elevene, være så åpne at de gir rom for ulike løsninger, og lærerne må unngå å presentere løsninger for elevene når de står fast i arbeidet. I stedet må lærerne gå inn i en undersøkende dialog om ulike løsninger og oppfordre elevene til å komme med løsninger som så læreren kan reflektere rundt og utvikle sammen med dem. På tross av slike intensjoner viste Esjeholm og Bungum (2013) at lærerne i et elevprosjekt innenfor teknologi i liten grad hadde en utforskende tilnærming i kommunikasjonen med elevene. Vi vil nå i denne artikkelen analysere mer i detalj kommunikasjonen mellom lærere og elever i seks elevprosjekter for å avdekke eventuelle mønstre knyttet til variasjon i lærernes kommunikasjon med elevene. Følgende forskningsspørsmål stilles: Hvordan varierer lærernes kommunikasjon med elevene, og i hvilke situasjoner er tilnærmingen mer av utforskende karakter?

De teknologiske elevprosjektene som inngår i vår analyse, ligner mest på åpen utforskning slik det er beskrevet av Knain og Kolstø (2019, s. 25-26) og Erstad og Klevenberg (2019, s. 58-68). Prosjektene er organisert slik at elevene det meste av tiden arbeider praktisk med å bygge teknologiske konstruksjoner.

Et rammeverk for interaksjonene mellom lærere og elever

Ulike rammeverk og tilnærminger har vært brukt for å analysere kommunikasjonen i klasserommet (f.eks. Fox-Turnbull, 2015; Mercer & Dawes, 2008; Scott, 2008). Vi har valgt å bruke Bräuning og Steinbrings (2011) rammeverk, som er utviklet for å analysere kommunikasjonen mellom lærere og elever innenfor matematikk, siden det synliggjør grader av instruksjon og utforskning i kommunikasjonen mellom lærere og elever. Bräuning og Steinbring forutsatte at skolen legger opp til en undersøkende tilnærming til matematikk hvor elevene utforsker og utvikler egne ideer og egen kunnskap heller enn å reprodusere kunnskap presentert av lærere og lærebøker. Det betyr at dette

rammeverket er relevant for å analysere lærernes kommunikasjon med elever som arbeider med å løse teknologiske utfordringer. Bräuning og Steinbring (2011) identifiserte fire kategorier av interaksjoner: (1) Modererende interaksjoner (moderating interactions) der læreren følger elevenes løsning ved å lytte til og reflektere over elevenes meninger og oppmuntrer til videre utforskning. (2) Utforskende interaksjoner (explorative interactions) der både lærer og elever bruker verbal kommunikasjon for dypere undersøkelser og utforskning. (3) Dominerende interaksjoner (intervening interactions) når målet med kommunikasjonen er å bringe elevene tilbake til en løsning som læreren har sett for seg. (4) Instruktive interaksjoner (instructive interactions) tilsvarer tradisjonell klasseromsundervisning hvor elevene er ment å følge lærerens instruksjoner. I dette rammeverket er lærernes kommunikasjon med elevene klassifisert langs en gradient fra, på den ene ytterkanten, å oppfordre elevene til å utforske og utvikle sine ideer og sin kunnskap, til, på den motsatte ytterkanten, å forutsette at kunnskap må overføres fra læreren til elevene.

ELEVPROSJEKTENE I STUDIEN

Seks ulike elevprosjekt ble utarbeidet i samarbeid mellom forskerne og lærerne, men det var lærerne som gjennomførte prosjektene i egen klasse. Som en del av forberedelsene ble det diskutert med lærerne at disse prosjektene skulle være elevdrevet, og at lærerne skulle prøve å unngå å gi elevene ferdige løsninger, men heller utfordre elevene til å komme med løsningsforslag. Elevprosjektene bestod av seks svært ulike prosjekter både i form og innhold og ble prøvd ut på til sammen seks skoler. Elevprosjektene innebar bygging av modeller av objekter fra virkeligheten. Alle prosjektene var planlagt som teknologi og design prosjekter i tråd med læreplanene for naturfag og matematikk med intensjon om å oppfylle kompetansemål i disse fagene.

Skole 1

Prosjektet ble gjennomført i 8. klasse og gikk ut på å konstruere en modell av en oljeplattform. Plattformen ble hovedsakelig bygd i Lego, men elevene hadde også mulighet for å bruke annet utstyr til deler av plattformen. Hovedutfordringen i oppgaven gikk ut på å konstruere et boresystem ved hjelp av to Lego-motorer. Disse motorene skulle føre boret opp og ned til sjøbunnen, representert med en klump plastelina, og gi boret en roterende bevegelse når det nådde sjøbunnen. For å styre og operere boresystemet ble Lego Robotics brukt, og elevene måtte selv programmere Lego-roboten i dette systemet.

Skole 2

Prosjektet ble gjennomført på en fådelt bygdeskole der elever fra 3. til 7. klasse arbeidet i samme klasserom. Oppgaven gikk ut på å designe og konstruere en modell av en gapahuk som skulle bygges av foreldrene i fullskala på en uteplass nær skolen. Elevene brukte Google SketchUp for å tegne gapahuken. De måtte vurdere værforhold, størrelse og estetiske sider ved bygget. Fra de digitale tegningene ble det laget maler for de ulike delene av bygget før disse ble skåret ut fra arkitektpapp. Delene ble så satt sammen og malt. De ferdige modellene ble utstilt på skolen, og foreldrene valgte en av dem for bygging i fullskala. Før prosjektet startet, hadde lærerne jobbet i matematikk med konstruksjon av rette vinkler med bruk av passer og linjal. Tanken var at elevene skulle ta i bruk denne kunnskapen i konstruksjonen av modellene.

Skole 3

Prosjektet ble gjennomført i 8. klasse på en skole i en liten bygdeby i Finnmark. Elevene skulle designe og bygge modeller av lekeutstyr til en kommunal lekeplass som skulle bygges. Først laget elevene skisser på papir, deretter laget de tredimensjonale tegninger i Google SketchUp. Til sist bygde de modellene i arkitektpapp, malte de og monterte på utsmykning og utstyr som for eksempel klatretau, stiger, klatrenett osv.

Skole 4

Prosjektet ble gjennomført i to klasser, begge på 8. trinn, ved samme skole to påfølgende år. Kontaktlæreren for klassene, som også var hovedlæreren i prosjektene, var den samme for begge gjennomføringene. Oppgaven var å lage en modell av sitt drømmehus. Elevene laget først skisser på papir. Deretter ble disse videreutviklet til tredimensjonale tegninger i Google SketchUp. Delene av husene ble så kuttet i arkitektapp og malt før de ble satt sammen til ferdige modeller.

Skole 5

Prosjektet ble gjennomført i 5. klasse i løpet av tre fulle skoledager. Elevene skulle konstruere en modell av solsystemet med solen og alle planetene. Hver gruppe laget en modell i pappmasje av en spesifikk planet. Modellen måtte være i rett størrelse relativt til sola og plassert i rett relative avstand fra sola. Modellen av sola var laget av lærerne i forkant av prosjektet. Basert på størrelsen til modellen av sola måtte hver gruppe finne størrelsen på sin planet og bestemme hvor langt fra skolen, der sola var lokalisert, den skulle plasseres. Ved hjelp av GPS-navigatører og kart bestemte elevene lokaliseringen for sin planet og plasserte den ut i terrenget. Koordinatene for deres planet ble så delt med de andre gruppene. Alle gruppene fikk i oppgave å finne planetene til de andre gruppene basert på koordinatene og ved bruk av GPS. I modellen av solsystemet, med den skalering som ble valgt, ble den ytterste planeten plassert mer enn 5 kilometer fra skolen.

Skole 6

Prosjektet ble gjennomført i løpet av en uke i en 10. klasse. Oppgaven var å lage en modell av den lille byen de bodde i. Hele klassen skulle lage en felles modell av byen. Elevene ble organisert i grupper der hver gruppe hadde ansvar for ulike deler av arbeidet. En del av oppgaven inkluderte å bygge opp belysning av gater, bygninger og terreng i byen. Dette var elevenes bidrag til den offisielle belysningsplanen som var under utvikling av de lokale myndighetene i forbindelse med en markering av at byen fikk gatelys som den første i Norge. Elevene hadde tilgang til et stort utvalg av materialer for byggingen av modellen og belysningen. I matematikk hadde elevene før oppstarten av prosjektet arbeidet med målestokk og areal siden lærerne så dette som særlig relevant for prosjektet.

I prosjektene ved skolene 1-5 jobbet elevene i grupper med typisk 2-4 elever som konstruerte en modell. I prosjektet ved skole 6 arbeidet hele klassen på en felles modell hvor arbeidet ble fordelt mellom grupper som konstruerte ulike deler og hadde ulike funksjoner. For eksempel var det en gruppe som dokumenterte arbeidet og la det ut på nett.

MATERIAL OG METODE

Det empiriske materialet er basert på seks ulike elevprosjekter utviklet og gjennomført ved seks skoler i Finnmark, her kalt skole 1-6, som til sammen dekker fra 3. til 10. årstrinn, dog med hovedvekt på ungdomstrinnet. I prosjektet ved skole 4, som ble kjørt to ganger, er dataene fra de to gjennomkjøringene slått sammen i analysene. Skolene er lokalisert i ulike deler av Finnmark og på steder med ulikt næringsliv og befolkningsmønster. Datagrunnlaget fra klasserommet er basert på videofilmer fra deler av arbeidet i to elevgrupper i hver av klassene. En av elevene i hver gruppe bar trådløs mikrofon under opptakene. På den måten fikk vi opptak av kommunikasjonen mellom elevene i gruppene og mellom dem og lærerne. Medlemmer av forskergruppen var til stede i klasserommet under videoopptakene, men uten å ta del i undervisningen eller på annen måte gripe inn i arbeidet til lærerne. Softwaren Transana 2.41 ble brukt i analysene av videoene (Woods & Dempster, 2011).

Etter at videomaterialet var gjennomgått for å avdekke de situasjonene hvor elevene diskuterte arbeidet på modellene med lærerne, ble disse situasjonene analysert i dybden ut fra tre tilnærminger. Først ble lærernes kommunikasjon med elevene klassifisert ut fra de fire kategoriene (se innledningen) i rammeverket utviklet av Bråuning og Steinbring (2011). Deretter ble innholdet i samtalene vurdert med tanke på om de handlet om konseptuelle tema eller prosessuelle tema. Ryle (1949) forklarer forskjellen på konseptuelle og prosessuelle tema slik: *“classified into the two categories of “knowing how” (procedural knowledge) and “knowing that” (conceptual knowledge).”* Det ble også vurdert

om samtalen inneholdt bruk av naturfaglige eller matematikkfaglige begreper. Til slutt i analysene ble det vurdert hvem som i utgangspunktet tok initiativ til samtalen, lærerne eller elevene.

Dataene ble organisert i matriser for å identifisere eventuelle samvariasjoner mellom kategorier av kommunikasjon, etter Bräuning og Steinbring (2011). Først opp mot type av innhold i samtalen, dvs. konseptuelle eller prosessuelle tema, og deretter om det var elevene eller lærerne som tok kontakt.

Resultatene består av kvantitative data og presenteres som deskriptiv statistikk som grunnlag for å diskutere mønstre som kommer frem i de prosjektene som er analysert. På grunn av kompleksiteten knyttet til undervisning generelt og praktisk arbeid spesielt, der elevene har stor frihetsgrad i valg av løsninger, er det ikke hensiktsmessig å beregne sannsynligheten for å finne tilsvarende mønstre i en større populasjon av skoler og prosjekter, f.eks. i alle skoler i Finnmark eller alle skoler i Norge. Det er derfor ikke gjennomført statistiske beregninger på dataene.

Forskertrianglering (Lysne & Postholm, 2018) er gjennomført ved at forfatterne først individuelt og så i fellesskap vurderte og diskuterte kategoriene og klassifiseringen. Prosjektet er godkjent av Norsk senter for forskningsdata (NSD).

RESULTAT

Totalt ble nærmere 54 timer med videomateriale fra elevgruppens arbeid i klasserommet analysert. I løpet av den tiden diskuterte elevene løsninger med lærerne i totalt 5,5 timer. Dette utgjorde 154 situasjoner der lærere og elever diskuterte arbeidet med modellene. Av disse hadde 139 et faglig innhold, mens 15 situasjoner dreide seg om organiseringen av aktiviteten eller hadde utenom-faglig innhold. I denne studien er det de faglige samtalen som blir analysert, dvs. de 139 situasjonene.

Vi vil i det videre beskrive forekomsten av de ulike kategoriene for kommunikasjon mellom lærere og elever i tråd med rammeverk utviklet av Bräuning og Steinbring (2011) på tvers av prosjekter og skoler. Men først gis et eksempel på kommunikasjon for å illustrere forskjellen mellom kategoriene. Eksemplet er hentet fra Skole 1 hvor elever bygde modeller av oljeplattformer ved bruk av Lego Robotics (tallene refererer til linjenr. i transkripsjonen av samtalen, L= lærer, E=elev).

15. L: Poenget er dette: hvordan kan du få denne motoren til å løfte den andre? Har du sett denne klossen? [Viser jentene en spesiell Legokloss - en tannstang]

16. E3: Jeg kjenner til den.

17. L: Ja, er det mulig å bruke denne? Fordi...se...jeg tenker høyt nå, så hvis jeg roter det til, kan dere kjeft på meg...[læreren setter en aksling på motoren og monterer et tannhjul på skaftet]...la oss si at det er montert et tannhjul til akslingen, for eksempel...tannhjulet vil rotere...ok?

18. E2: Ja.

19. L: Så, om dere da kan montere denne delen [tannstangen] kanskje slik [kobler sammen tannstangen og tannhjulet]...er dere enig i at denne [tannstangen] vil bevege seg opp og ned? [demonstrerer den lineære bevegelsen]

20. E1: [Gisper] Det var smart! [ler]

21. L: Det betyr at denne [tannstangen] må bli montert på den [motoren] på en eller annen måte...forstår dere hvordan jeg tenker?

22. E2: Ja.

23. L: Prøv å arbeide videre med denne ideen.

Læreren har i utgangspunktet et utforskende (explorative) perspektiv ved å spørre hvordan motorene kunne plasseres for at den ene skulle løfte den andre (linje 15). Elevene gis imidlertid ikke tid til å gå inn i en utforskende prosess. I stedet går læreren over til en dominerende (intervening) kommunikasjonsform der han prøver å få elevene inn på en løsning som han har tenkt ut på forhånd. Han ber elevene arbeide etter den ideen – hans ide. Elevene godtar lærerens løsning og prøver å finne en måte å konstruere breenheten på i tråd med det læreren har forklart.

Ved en instruerende (instructive) kommunikasjon ville læreren i større grad ha bedt elevene gjøre arbeidet på en gitt måte og i mindre grad åpnet for innspill fra elevene. Han ville ikke prøvd å overtale dem eller foreslå slik læreren gjør her. På den andre siden av skalaen, ved modererende (moderative) kommunikasjon, ville læreren bedt elevene forklare hvordan de hadde løst problemet så langt de var kommet. Så ville han ha anerkjent deres løsning, i alle fall den delen av løsningen med størst potensiale for å lykkes, og oppfordret dem til å utvikle denne ideen videre.

Hovedmønsteret i datamaterialet er at lærerne i få tilfeller brakte elevene inn i diskusjonen rundt løsninger (se Tabell I). I de fleste situasjonene, i mer enn 80 % av tilfellene, enten instruerte lærerne elevene i hvordan de skulle komme videre i arbeidet, eller de prøvde å overbevise elevene om at den måten lærerne hadde tenkt ut på forhånd, var den beste. Dette er et mønster vi ser på tvers av prosjekt og skoler. Skole 3 er et mulig unntak der lærerne i nærmere halvparten av situasjonene, i 11 av 26 tilfeller, lyttet til elevenes løsningsforslag og reflekterte rundt disse eller utforsket nye løsninger sammen med elevene. Elevene på denne skolen bygde modeller av lekeutstyr til en kommunal lekeplass. Dette var det mest åpne av de seks prosjektene siden elevene fritt kunne velge hvilken type lekeutstyr de ville lage modell av.

Tabell I: Lærernes tilnærming i diskusjonene med elevene

Skole	Former for interaksjon og antall forekomster				Antall og (% av total)
	Modererende (Moderative)	Utforskende (Explorative)	Dominerende (Intervening)	Instruerende (Instructive)	
Skole 1	2	3	16	12	33 (23,7)
Skole 2	0	1	8	17	26 (18,7)
Skole 3	8	3	5	10	26 (18,7)
Skole 4	3	3	13	15	34 (24,5)
Skole 5	0	0	3	8	11 (7,9)
Skole 6	3	0	3	3	9 (6,5)
Sum	16	10	48	65	139

Innholdet i samtalen varierte. Noen hadde konseptuelt innhold, dvs. at det ble diskutert kunnskap om teknologien som var i bruk, andre prosessuelt innhold, dvs. om hvordan man skulle arbeide videre og møte utfordringene man så, og noen få handlet om faglige tema hvor matematikkfaglige begreper ble brakt opp. To eksempler vil illustrere forskjellen mellom konseptuelt og prosessuelt innhold. Det første er fra skole 2 hvor elevene bygde modell av en gapahuk som skulle bygges på en uteplass nær skolen. Det andre eksemplet er fra skole 6 hvor elevene bygde en modell av byen de bodde i.

Eksempel 1: Elevene lager maler for vegger og tak til gapahuken og kaller på læreren (tallene refererer til linjenr. i transkripsjonen av samtalen, L=lærer, E=elev).

1. E1: Er det meningen at veggene skal være så lange [peker på tegningen på papiret hvor malen skal lages]
2. L: Ja, men dere trenger ikke lage mer enn en av disse. På den ferdige modellen trenger dere fire vegger, men dere trenger kun en mal, forstår dere?
3. E1: [nikker]
4. L: Så dere må ikke lage fem firkanter her...dere har denne ene, og det er nok...dere må forsikre dere om at det er nøyaktig to... [måler på papiret med en linjal]...nøyaktig 8 cm der og nøyaktig ...2,88 cm der. Ok? Har dere skjært ut den andre?
5. E1: Taket?

6. L: Ja

7. E1: Ja, det ligger der.

8. L: Ok...den er skjært ut, og det skal være kun en. Så må dere skjære ut denne...hvis dere er sikre på at målene er nøyaktige.

9. E1: Det er vi. Vi målte det forrige time.

10. L: Ok, dere må skjære nøyaktig langs streken da.

[Læreren går så fra gruppa.]

Klassifisering: I starten av samtalen stiller eleven et spørsmål av konseptuell karakter. Likevel er fokuset i samtalen på prosessen rundt å bygge veggene i gapahuken. Episoden klassifiseres derfor til å ha et prosessuelt innhold.

Eksempel 2: Elevene er i startfasen med å lage en modell av byen de bor i. De arbeider med et kart og tegninger av byen og prøver å finne en skalering for modellen. De diskuterer hvilke deler av byen som skal være med i modellen siden begrenset plass gjør det vanskelig å inkludere hele byen og omgivelsene. Læreren har kommet til gruppa og studerer elevenes kart og tegninger (tallene refererer til linjenr. i transkripsjonen av samtalen, L=lærer, E=elever).

11. L: Trenger dere denne delen av byen [peker på kartet]? Er det bukta? Hva sa Jane [en annen lærer] om bukta i dag tidlig?

12. E1: Ho sa at bukta er

13. L: [Avbryter] det er bukta som er viktig.

14. E1: Da kan vi kutte ut mer her borte [peker mot den andre enden av kartet].

15. E2: Da kutter vi

16. E1: [Avbryter entusiastisk] Rett over denne! Da kan vi beholde sykehuset.

17. L: Sykehuset skal være i modellen, ikke sant? Hvor er sykehuset?

18. E3: Du vet brua hvor vi kommer over til Melkøya?

19. E2: Å ja, brua er her [peker på kartet]

20. E4: Sykehuset er der oppe hvor du kan se den store [peker på kartet].

21. E2: [Avbryter] Ja, sykehuset må være her [peker på kartet].

22. E4: Det er riktig.

23. L: Ok, da må dere gjøre avkuttingene slik at sykehuset blir med på modellen. Det er bra.

24. E2: Så, dersom vi kutter av en del her [peker i nærheten av sykehuset]...da skulle vi ha noe plass igjen.

25. E4: Vel, vi kan kutte av en liten del av det, men...

26. L: [Avbryter] Jeg vil spørre dere, hvor mye av denne modellen...Hva vil dere virkelig vise?

27. E4: Den der! [peker på kartet]

28. L: Ja, men...er det terrenget rundt byen som er viktig? Er det fjellene? Er det bukta? Prøv å tenke på det. Bruk noen tomme melkekartonger, eller noe annet, for å lage et grovt bilde av hvordan modellen skal bli.

[Læreren forlater gruppen.]

Klassifisering: Innholdet i denne samtalen har fokus mot hvilke deler av byen som det skal lages modell av, og hva som må gjøres. Læreren stiller spørsmål knyttet til hvordan modellen skal se ut. Dette handler om konseptuelle sider ved modellen. Læreren bringer også opp ett prosessuelt tema ved å foreslå bruk av melkekartonger. Likevel, samtalen handler i hovedsak om konseptuelle sider ved modellen, og episoden klassifiseres derfor til å ha et konseptuelt innhold.

I analysene av alle samtalene ser vi en klar tendens til mer undersøkende tilnærming når det var konseptuelle tema som ble diskutert, hvor tilnærmet 30 % av tilfellene var av modererende eller utforskende karakter (se Tabell II). Når det var prosessuelle tema som ble diskutert, inntar lærerne i all hovedsak (i 94 % av tilfellene) en instruerende rolle eller de prøver å overbevise elevene om å følge en bestemt metode som de har tenkt ut på forhånd.

Det var kun matematiske tema som var gjenstand for faglig diskusjon, ingen naturfaglige tema eller begrep ble tatt i bruk i samtalen mellom lærere og elever.

Tabell II: Lærernes interaksjon fordelt over innhold

	Former for interaksjon og antall forekomster				Antall og (% av total)
	Modererende (Moderativ)	Utforskende (Explorative)	Dominerende (Intervening)	Instruerende (Instructive)	
Konseptuelt tema	9	9	28	14	60 (49,5)
Prosessuelt tema	2	0	5	28	35 (28,9)
Matematisk tema	0	0	7	19	26 (21,5)

Tabell III: Lærernes interaksjon (antall forekomster) fordelt over hvem som tok kontakt og hvorvidt elevene var aktive i samtalen

	Former for interaksjon og antall forekomster				Antall og (% av total)
	Modererende (Moderative)	Utforskende (Explorative)	Dominerende (Intervening)	Instruktiv (Instructive)	
Elevene tar kontakt, har ikke løsning – ikke aktiv	2	1	6	14	23 (21,7)
Elevene tar kontakt, har løsning – er aktiv	5	4	4	6	19 (17,9)
Læreren tar kontakt	9	4	25	26	64 (60,4)

Av de faglige samtalen som blir analysert, dvs. de 139 situasjonene, var det mulig å identifisere hvem som tok initiativet til samtalen, elevene eller lærerne, i 133 av situasjonene. Elevene og lærerne tok tilnærmet like mye kontakt, henholdsvis i 69 og 64 tilfeller. I de 69 tilfellene der elevene tok kontakt, kunne vi avgjøre aktivitet med hensyn til løsningsinitiativ i 42 av situasjonene. Analysene viste at elevene var de aktive med å diskutere frem en løsning i litt under halvparten av tilfellene hvor de tok kontakt, dvs. i 19 av 42 tilfeller. I kun to av tilfellene hvor læreren tok kontakt, var elevene aktive i å finne en løsning. Begge skjedde på skole 5, og læreren prøvde i begge tilfellene å overbevise elevene om å bruke en løsning han hadde tenkt ut på forhånd (dominerende interaksjon).

Det er en stor overvekt av instruerende og dominerende kommunikasjon fra lærerens side i de tilfellene hvor lærerne tar kontakt eller når elevene tar kontakt, men likevel ikke er aktive i å finne en løsning, dvs. i ca. 80 % av tilfellene. Når det er lærerne som tar kontakt, har de en instruerende eller dominerende kommunikasjon i 51 av 64 tilfeller (80 %). Tilsvarende, i 20 av 23 tilfeller (87 %) hvor det er elevene som tar kontakt, men hvor de ikke er aktive i å finne en løsning, har lærerne også en instruerende eller dominerende kommunikasjon. Derimot, når elevene er aktive i å finne løsninger, opptrer lærerne instruerende eller dominerende i «kun» 10 av 19 tilfeller (53 %). Dette betyr at elevenes aktivitet i kommunikasjonen påvirker lærerne. I de tilfeller der elevene er aktive i å finne løsninger, er det større sannsynlighet for at lærerne har en utforskende eller modererende tilnærming i kommunikasjonen. Effekten er imidlertid ikke større enn at lærerne, på tross av en forskyvning mot

utforskende og modererende kommunikasjon, fremdeles opptrer instruerende, eller prøver å overbevise elevene om sin løsning, i mer enn halvparten av tilfellene.

DISKUSJON

Våre funn viser at lærerne enten instruerte elevene i hvordan de skulle komme videre når de stod fast i byggeprosessen, eller de prøvde å overbevise elevene om å bruke en løsning som lærerne hadde tenkt ut på forhånd. Det går på tvers av intensjonen med prosjektene hvor elevene skulle gis rom for åpen utforskning, og er overraskende sett i lys av diskusjonene forskerne hadde med lærerne under planleggingen. Når det likevel skjer, må det ses som en del av kulturen som ser ut til å være fremtredende i skolen. Den Norske PISA+ studien viste at undersøkende elementer var sjelden å observere i naturfag (Ødegaard & Arnesen, 2010). I den samme studien ble det avdekket at lærerne brukte mye av tiden til å kommunisere med elevene gjennom dialogisk instruksjon. Årsaken kan være opplevd tidspress (Bungum, 2013), men også den faglige tryggheten det representerer å ha kontroll på innholdet i kommunikasjonen lærerne har med elevene. I lys av dette er dataene fra skole 3 interessante. I nærmere halvparten av tilfellene lyttet lærerne til elevenes løsningsforslag og reflekterte rundt disse eller utforsket nye løsninger sammen med elevene. Det kan være flere årsaker til at resultatene fra denne skolen ser ut til å avvike fra de andre. Ut fra det inntrykket vi fikk fra samtaler med lærerne og ved å være tilstede i klasserommene i prosjektperioden, mener vi at kulturen ved skolen og lærernes syn på læring kan være en mulig forklaring. Det kan imidlertid også være viktig at prosjektet ved denne skolen var det mest åpne. Elevene kunne, i større grad enn i de andre prosjektene, velge hvilke objekter de ønsket å lage modeller av. Antallet mulige modeller og måter å lage de på var derfor svært stort. Følgelig var det heller ikke mulig for lærerne på forhånd å tenke ut løsninger som de så kunne presentere for elevene.

Sjøl om hovedmønsteret var at lærerne instruerte elevene eller prøvde å overbevise dem om å bruke en løsning som lærerne hadde tenkt ut på forhånd, så var lærerne mer tilbøyelige til å ha en utforskende eller modererende tilnærming i noen tilfeller. Disse tilfellene kjennetegnes ved at elevene var aktive i kommunikasjonen om å finne en løsning. Det er en naturlig konsekvens av elevaktiv kommunikasjon at det er lettere for lærerne å trekke elevene inn i diskusjonen når elevene faktisk kommer opp med forslag til løsning. Det som er oppsiktsvekkende, er at lærerne i mer enn halvparten av disse tilfellene, hvor elevene var aktive i å finne en løsning, likevel var instruerende eller prøvde å overbevise elevene om en løsning lærerne selv hadde tenkt ut på forhånd. Dette viser at det er viktig at elevene lærer å hevde sitt syn i kommunikasjonen med lærerne, men aller mest at lærerne må trenes for å greie å gi elevene handlingsrom i kommunikasjonen.

Et annet mønster vi ser, er knyttet til konseptuelle tema, dvs. kunnskap om teknologien som var i bruk. Når konseptuelle tema ble diskutert, var lærerne mer tilbøyelige til å utforske nye løsninger sammen med elevene, eller de hørte på elevene som reflekterte sammen med de. Dette stod i motsetning til diskusjonene av prosessuelle tema og når faglige begreper ble bragt inn i samtalen. Årsaken kan være at elevene i diskusjon av konseptuelle tema i større grad kunne trekke på egen erfaring med tilsvarende teknologi. Alternativt kan årsaken være at mange lærere mangler både formell og reell kompetanse innen teknologi og design. Kanskje de er nødt til å høre mer på elevene? Når det gjaldt prosessen, så hadde lærerne ofte tenkt ut måter å løse oppgavene på og prøvde så å instruere eller overtale elevene til å bruke de samme løsningene. Når det gjelder faglige begreper, så har lærere tradisjon for å ha kontroll over innholdet som de så formidler til elevene.

Hva vil verdien være av å inkludere konstruksjon av teknologiske modeller som en del av det utforskende arbeidet i skolen, gitt at lærerne greier å bidra til en utforskende kommunikasjon? Bungum (2013) hevder at arbeidet med å konstruere ulike teknologiske innretninger i skolen også bør være en del av arbeidet med utforskende metoder og begrunner det med behovet for å gi elevene erfaring i hvordan de fleste arbeider innenfor post-akademisk vitenskap. Der løser man utfordringer gitt av andre, og problemfokuset er ofte knyttet til å forbedre eksisterende teknologi. Det er sentralt å kunne samarbeide med andre arbeidstakere som ofte har en annen faglig bakgrunn enn sin egen. Dette er

forskjellig fra det idealiserte bildet av vitenskapelige arbeidsprosesser og vitenskapens natur som ligger til grunn for den frie forskningen ved universiteter, og som er modell for utforskende arbeidsformer i skolen (Bungum, 2018). Forutsatt at post-akademisk vitenskap spiller en vesentlig rolle for kunnskapsutviklingen i samfunnet, påhviler det skolen et ansvar også å gi elevene innsikt i og erfaring med denne varianten av vitenskapelig arbeid, ikke bare de vitenskapelige arbeidsmåtene og prosessene vi ser i universitetene.

De teknologiprojektene som her er analysert, er åpne prosjekter der læreren har lite styring med hvordan elevene løser utfordringene, på samme måte som i åpen utforskning beskrevet av Knain og Kolstø (2019, s. 25-26). Slike åpne prosjekter, der elevenes valgmuligheter er store, er utfordrende for lærerne ved at det er vanskelig å imøtekomme kravet om naturfaglig læringsutbytte siden elevene vil arbeide med et bredt spekter av løsninger (Knain & Kolstø, 2019, s. 26-28). Lærernes overvekt av dominerende og instruerende kommunikasjon, på tross av at prosjektene var relativt åpne, kan tolkes som et forsøk på å hente inn igjen noe av kontrollen de mister når elevene velger et bredt spekter av modeller og løsninger. Dette fører imidlertid til at elevenes kreativitet motarbeides, på tross av at åpne prosjekter nettopp skal stimulere til kreativitet og at elevene skal ha rom for å diskutere og forhandle (Knain, Bjonness & Kolstø, 2019, s. 90 og s. 101). Generelt ser åpne prosjekter ut til å være en motiverende arbeidsform for elevene (Hasni et al., 2016), og elevene oppfatter gjerne friheten og den mulighet det gir for å trekke inn egne erfaringer i arbeidet som engasjerende (Norton & Ritchie, 2009, s. 420). Motsatt, med utgangspunkt i selvbestemmelsesteorien om motivasjon for læring, er det en fare for at det vil påvirke elevenes motivasjon negativt dersom lærernes kommunikasjon bidrar til at elevene føler at de mister valgmuligheter i egne prosjekter (Skaalvik & Skaalvik, 2015 s. 73). Lysne og Hoveid (2013) foreslår at lærerne, heller enn å forsøke å styre det praktiske arbeidet, kan ta kontroll over de faglige diskusjonene ved å legge dette arbeidet til egne timer utenfor de tidsrammene som er avsatt til praktisk arbeid.

Med tanke på den nye læreplanen kan tematikken kobles til flere detaljer i fagplanen, men det synes mer i tråd med planens intensjon å legge undervisningen til tverrfaglige tema, altså bærekraftig utvikling med tråder til demokrati og medborgerskap (Utdanningsdirektoratet, 2019). Gjennom fremlegg i klassen kan elevene så utfordres på å fortelle om og begrunne hvorfor de har satset på de ulike konstruksjonene og systemene. En analyse av 37 studier av utforskende arbeidsmetoder viste at læringseffekten økte for elevene når de ble utfordret til å utvikle og diskutere sine forklaringer i klassen under ledelse av læreren (Furtak, Seidel, Iverson & Briggs, 2012). En slik tilnærming er i tråd med Barton (1998) som hevder at naturfag i skolen må bli mer åpen for å ta inn i undervisningen elevenes egne erfaringer fra livet utenfor skolen slik at de kan bygge sin kunnskap i faget på disse erfaringene. Dette støttes av Aikenhead (2001) som fremhever at prosjektene må være tett på kulturen i det enkelte lokalsamfunn. Elevenes læring fremmes når lærerne kontekstualiserer akademisk kunnskap inn mot elevenes lokale kultur i tillegg til en vitenskapelig kontekst (Aikenhead & Elliott, 2010). Dette handler om å bygge elevenes naturfaglige kapital der teori kobles til deres erfaringer, og de ser at naturfag har betydning for deres liv utenfor skolen (Godec, King & Archer, 2017; Reitan, Bøe, Kostøl & Braathen, 2018). Siden vår hverdag ofte inkluderer teknologi, vil elevenes erfaring med teknologiprojekter i skolen være spesielt egnet for å bygge elevenes naturfaglige kapital.

Vår studie viser at det er krevende for lærerne å endre sin profesjonsfaglige praksis for å møte elevene med undersøkende kommunikasjon knyttet til konkrete problemstillinger i åpne prosjekter. Den veiledning forskerne i våre prosjekt gav lærerne i forkant og under prosjektet, var ikke tilstrekkelig for å sikre utforskende kommunikasjon med elevene. Hva skal da til for å støtte lærerne i å endre sin praksis? Et mulig bidrag vil være å gi eksemplarisk undervisning på undersøkende kommunikasjon i grunnutdanningen av lærere innenfor naturfag. I en nylig studie knyttet til eksemplarisk bruk av uteskole i lærerutdanningen, viser imidlertid Emstad, Strømme, Knutsen og Lysne (2020) at dette har liten effekt på nyutdannedes bruk av uteskole det første året i yrket. Skolens etablerte praksis og rammebetingelser overstyrer de nye lærernes ønske om å ta i bruk uteskole i egen undervisning. Det er derfor lite sannsynlig at grunnutdanningen av lærere alene kan bidra til at undersøkende kommunikasjonsformer i større grad etableres i skolen. Derfor må det i tillegg satses på praksisnær vi-

dereutdanning av lærere, for eksempel slik beskrevet av Ødegaard, Haug, Mork og Sørvik (2014) hvor videreutdanning ble fulgt opp av veiledet praksisutøvelse.

Dette arbeidet er gjennomført med støtte fra Norges forskningsråd og Høgskolen i Finnmark (nå UiT i Alta).

LITTERATUR

- Aikenhead, G. S. (2001). Students' ease in crossing cultural borders into school science. *Science education*, 85(2), 180-188. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200103\)85:2%3C180::AID-SCE50%3E3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200103)85:2%3C180::AID-SCE50%3E3.0.CO;2-1)
- Aikenhead, G. S., & Elliott, D. (2010). An emerging decolonizing science education in Canada. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 10(4), 321-338. <https://doi.org/10.1080/14926156.2010.524967>
- Ariff, N., Badke-Schaub, P., & Eris, O. (2012). Conversations around design sketches: Use of communication channels for sharing mental models during concept generation. *Design and Technology Education*, 17(3), 27-36.
- Barton, A. C. (1998). Teaching Science with Homeless Children: Pedagogy, Representation, and Identity. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 379-394. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199804\)35:4%3C379::AID-TEA8%3E3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199804)35:4%3C379::AID-TEA8%3E3.0.CO;2-N)
- Bräuning, K., & Steinbring, H. (2011). Communicative characteristics of teachers' mathematical talk with children: From knowledge transfer to knowledge investigation. *ZDM Mathematics Education*, 43(6-7), 927-939. <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0351-4>
- Bungum, B. (2013). Making it work: How students can experience authentic science inquiry in design and technology projects. In M. H. Hoveid, & P. Gray (Eds.), *Inquiry in Science Education and Science Teacher Education* (pp. 215-235). Trondheim: Akademika forlag.
- Bungum, B. (2018). Science Inquiry as Part of Technological Design: A Case of School-Based Development in Norway. In O. E. Tsivitanidou, P. Gray, E. Rybska, L. Louca, & C. P. Constantinou (Eds.), *Professional Development for Inquiry-Based Science Teaching and Learning* (pp. 27-41). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91406-0_1
- Clarke, S. (2014). *Outstanding formative assessment: culture and practice*. London: Hodder Education.
- Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of research in science teaching*, 44(4), 613-642. <https://doi.org/10.1002/tea.20157>
- Emstad, A. B., Strømme, A., Knutsen, B., & Lysne, D. A. (2020). Bidrar uteskole i lærerutdanningen til uteskole i første yrkesår? *Acta Didactica Norden*, 14(2), 20 sider. <https://doi.org/10.5617/adno.7914>
- Erstad, O., & Klevenberg, B. (2019). Kunnskapsbygging, teknologi, og utforskende arbeidsmåter. I E. Knain, & S. D. Kolstø (red.), *Elever som forskere i naturfag* (2. utg., s. 44-69). Oslo: Universitetsforlaget.
- Esjeholm, B. T., & Bungum, B. (2013). Design knowledge and teacher-student interactions in an inventive construction task. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(3), 675-689. <https://doi.org/10.1007/s10798-012-9209-5>
- Fox-Turnbull, W. (2016). The nature of primary students' conversation in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 21-41. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9303-6>
- Fox-Turnbull W. (2015). Conversations to Support Learning in Technology Education. In: P. Williams, A. Jones, & C. Bunting (Eds.), *The Future of Technology Education. Contemporary Issues in Technology Education*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-287-170-1_6

- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of educational research*, 82(3), 300-329. <https://doi.org/10.3102%2F0034654312457206>
- Godec, S., King, H., & Archer, L. (2017). *The Science Capital Teaching Approach: engaging students with science, promoting social justice*. University College London.
- Hasni, A., Bousadra, F., Belletête, V., Benabdallah, A., Nicole, M.-C., & Dumais, N. (2016) Trends in research on project-based science and technology teaching and learning at K–12 levels: a systematic review. *Studies in Science Education*, 52(2), 199-231. <https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1226573>
- Hoveid, M. H., & Gray, P. (2013). Introduction. In M. H. Hoveid, & P. Gray (Eds.), *Inquiry in Science Education and Science Teacher Education* (pp. 237-259). Trondheim: Akademika forlag.
- Hope, J. (2018). *Mastering primary design and technology*. London: Bloomsbury Academic.
- Keys, C. W., & Bryan, L. A. (2001). Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 631-645. <https://doi.org/10.1002/tea.1023>
- Knain, E., & Kolstø, S. D., (2019). Utforskende arbeidsmåter – en oversikt. I E. Knain, & S. D. Kolstø (red.), *Elever som forskere i naturfag* (2. utg., s. 15-43). Oslo: Universitetsforlaget.
- Knain, E., Bjønness, B., & Kolstø, S. D. (2019). Rammer og støttestrukturer i utforskende arbeidsmåter. I E. Knain, & S. D. Kolstø (red.), *Elever som forskere i naturfag* (2. utg., s. 70-102). Oslo: Universitetsforlaget.
- Kuhlthau, C., Maniotes, K., & Caspari, A. (2007). *Guided Inquiry: Learning in the 21st century*. Westport: Libraries Unlimited.
- Lysne, D. A., & Hoveid, H. (2013). A practical approach in technology and design in a school for all. In M. H. Hoveid, & P. Gray (Eds.), *Inquiry in Science Education and Science Teacher Education* (pp. 237-259). Trondheim: Akademika forlag.
- Lysne, D. A., & Postholm, M. B. (2018). En studie av skolebasert kompetanseutvikling i lokale kontekster. *Tidsskriftet FoU i Praksis*, 12(1), 69–86. Hentet fra: <http://hdl.handle.net/11250/2505314>
- Masson, A.-L., Klop, T., & Osseweijer, P. (2016). An analysis of the impact of student-scientist interaction in a technology design activity, using the expectancy-value model of achievement related choice. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 81–104. <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9296-6>
- Mercer, N., & Dawes, L. (2008). The value of exploratory talk. In N. Mercer, & S. Hodgkinson (Eds.), *Exploring talk in school: Inspired by the Work of Barnes*. (pp. 55–71). London: Sage. <http://dx.doi.org/10.4135/9781446279526.n4>
- Mercer, N., & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the development of children's thinking: A sociocultural approach*. Oxon: Routledge.
- Norton, S., & Ritchie, S. M. (2009). Teaching and learning science and mathematics through technology practice. In A. T. Jones, & M. de Vries (Eds.) *International handbook of research and development in technology education* (pp. 419-429). Rotterdam: Sense Publishers. https://doi.org/10.1163/9789087908799_036
- Osborne, J. (2009). Learning to argue, arguing to learn. In A. Jones, & M. De Vries (Eds.), *International handbook of research and development in technology education* (pp. 431–444). Rotterdam: Sense Publishers. https://doi.org/10.1163/9789087908799_037
- Reitan, B., Bøe, M. V., Kostøl, K. B., & Braathen, A. (2018) Relevans og kontekst. *Naturfag* 18(1), 30-33.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). Science Education NOW: A renewed pedagogy for the future of Europe, Brussels: European Commission. Hentet fra https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Ryle, G. (1949). *The concept of mind*. Harmondsworth. Penguin.

- Scott, P. (2008). Talking a way to understanding in science classrooms. In N. Mercer, & S. Hodgkinson (Eds.), *Exploring talk in school: Inspired by the work of Douglas Barnes* (pp. 17–36). London: Sage.
- Shields, C., & Edwards, M. (2005). *Dialogue is not just talk: A new ground for educational leadership*. New York: Peter Lang Publishing Inc
- Skaalvik, E. M., & Skaalvik, S. (2015). *Motivasjon for læring. Teori og praksis*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Utdanningsdirektoratet (2019). Læreplan i naturfag. Hentet fra: <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/om-faget/kjerneelementer>
- Wegerif, R., Linares, J. P., Rojas-Drummond, S., Mercer, N., & Velez, M. (2005). Thinking Together in the UK and Mexico: Transfer of an Educational Innovation. *The Journal of Classroom Interaction*, 40(1), 40-48.
- Woods, D., & Dempster, P. (2011). Tales from the Bleeding Edge: The Qualitative Analysis of Complex Video Data Using Transana. *Forum: Qualitative Social Research*, 12 (1). <http://dx.doi.org/10.17169/fqs-12.1.1516>
- Yliverronen, V. (2018). Preschoolers' peer collaboration on a designing task. *Design and Technology Education: An International Journal*, 23(2), 106–128.
- Ødegaard, M., & Arnesen, N. (2010). Hva skjer i naturfagklasserommet? – resultater fra en video-basert klasseromsstudie; PISA+. *Nordic Studies in Science Education*, 6(1), 16-32. <https://doi.org/10.5617/nordina.271>
- Ødegaard, M., Haug, B., Mork, S. M., & Sørvik, G. O. (2014). Challenges and support when teaching science through an integrated inquiry and literacy approach. *International Journal of Science Education*, 36(18), 2997-3020. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.942719>