

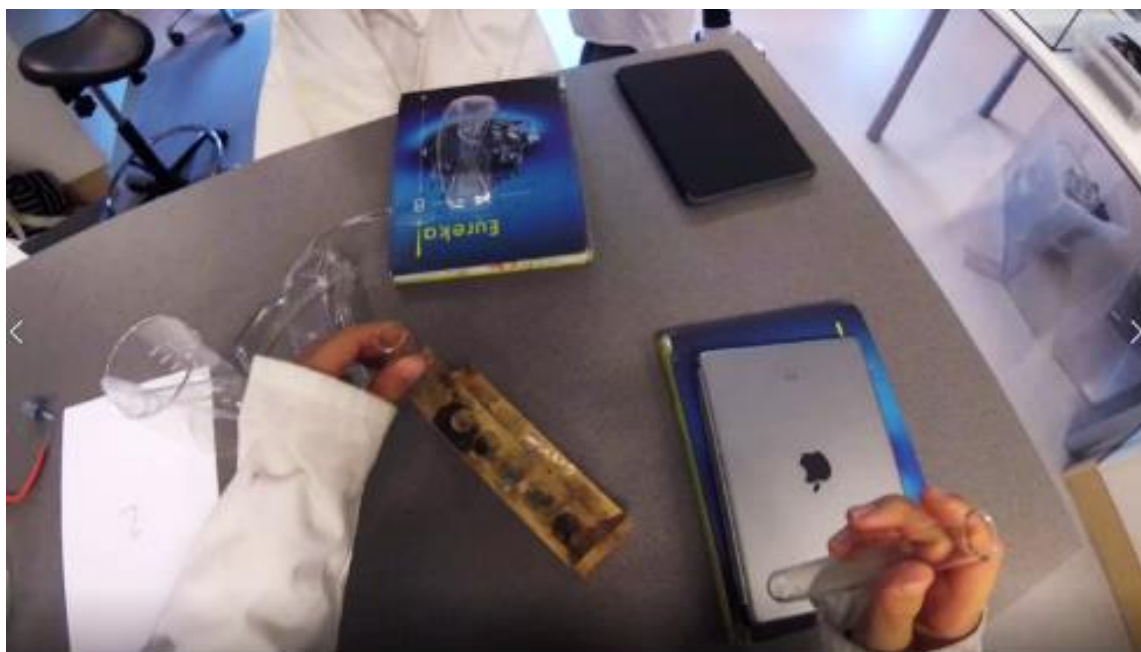
Linking Instruction in Science & Student Impact

LISSI-Rapport

2018-2020



TETT PÅ NATURFAG I KLASSEROMMET



Forfattere

Marianne Ødegaard, Marit Kjærnsli, Solveig Karlsen, Magdalena Kersting,
Mai Lill Suhr Lunde, Magne Olufsen og Johannes Sæleset.

Prosjektet er finansiert av Utdanningsdirektoratet

Linking Instruction in Science & Student Impact



UiO : **Institutt for lærerutdanning og skoleforskning**
Det utdanningsvitenskapelige fakultet



UiT Norges
arktiske universitet

FORORD

Denne rapporten presenterer resultater fra LISSI-prosjektet; en videostudie av naturfagsundervisning 2018-2020. Studien er finansiert av Utdanningsdirektoratet og er gjennomført av Institutt for lærerutdanning og skoleforskning ved Universitetet i Oslo i samarbeid med Institutt for lærerutdanning og pedagogikk ved UiT Norges arktiske universitet. Prosjektgruppen vil takke skolene, lærerne og elevene som deltok.

Vi vil gi en spesiell takk til Eva Kristin Narvhus og Bjørn Sverre Gulheim for uvurderlig hjelp underveis. Vi takker også resten av teknisk avdeling for meget god teknisk bistand.

Takk til Kirsti Klette, Julius Kristjan Björnsson, Fredrik Jensen, Rolf Vegar Olsen og forskergrupper ved ILS (Institutt for lærerutdanning og skoleforskning) for faglige diskusjoner og kvalitetssikring av arbeidet vårt.

INNHALDSFORTEGNELSE

Forord	3
Sammendrag: Hva kjennetegner norsk klasseromspraksis i naturfag?	5
1. Introduksjon	8
2. Forskningsdesign og metode	16
3. Kjennetegn på utforskende praksiser i naturfag	27
4. Kvalitetstegn i naturfagsundervisningen	43
5. Praktiske aktiviteter i naturfag	53
6. Lærerens tilrettelegging for dybdelæring	63
7. Elevenes læringsutbytte	72
8. Diskusjon	82
Referanser	87
Vedlegg	93

SAMMENDRAG:

HVA KJENNETEGNER NORSK

KLASSEROMSPRAKSIS I NATURFAG?

Fokus og hensikt med studien

Denne studien omfatter videoobservasjoner av undervisning i 20 klasserom, data fra fagprøve, spørreskjemaer og intervjuer med lærere. Den gir et bredt forskningsbasert grunnlag for å utforske kjennetegn ved norsk klasseromspraksis i naturfag. Studien har undersøkt mulige sammenhenger mellom elevers læring, motivasjon og engasjement samt læreres undervisning i naturfag både på barnetrinn (4. og 5. trinn) og ungdomstrinn (8. og 9. trinn). Med særlig fokus på videoanalyser ønsker vi å synliggjøre faktorer som har noe å si for kvaliteten på undervisningen som blir gitt, og vi har valgt å ha et spesielt fokus på utforskende arbeidsmåter i naturfag. I tillegg har vi sett nærmere på tilrettelegging for elevdeltakelse, faglig fordypning, kognitiv aktivering og klasseledelse.

Se nærmere på naturfagsundervisning både i dybde og bredde

Undervisningen som ble videofilmet, er delt inn i 15-minutters segmenter. Hvert segment ble systematisk analysert og tildelt en kode fra 1-4 for 19 kategorier (f.eks. *Faglig dybde*, *Tilbakemelding* og *Faglig språk*). Disse kategoriene, og hva som kreves for å få kodene fra 1 til 4, er detaljert beskrevet i observasjonsmanualen (se vedlegg A).

Kjennetegn på utforskende praksiser i naturfag

Våre observasjoner viser at formålet med utforskende aktiviteter oftere var å utvikle begrepsforståelse hos elevene enn å utvikle utforskende evner og naturvitenskapelige måter å tenke på. I forberedelsesfasen så vi mange undringsaktiviteter og spørsmål fra læreren, men elevene var sjelden involvert i å utvikle spørsmål, hypoteser og fremgangsmåter. Elevene samlet inn relativt mye data, både fra primære (observasjoner og målinger) og sekundære kilder (bøker og internett). De hadde mindre frihet under praktisk eksperimentering enn når de hentet informasjon fra bøker eller internett. På ungdomstrinnet var konsolideringsfasen mer vektlagt og av bedre kvalitet enn på barnetrinnet. Det var likevel få observasjoner av at innsamlet data ble knyttet til teori og implikasjoner.

Kvalitetstegn i naturfagsundervisningen

Undervisningen vi har observert i naturfag, har generelt hatt god kvalitet. Dette gjelder for kategorier knyttet til tilrettelegging for elevdeltakelse, faglig fordypning, kognitiv aktivisering og klasseledelse. Lærerne evnet å bruke gode undervisningsstrategier når det passet i forhold til undervisningen, noe som tyder på at lærerne har relativt høy generell og naturfaglig undervisningskompetanse. Imidlertid observerte vi sjelden at elever reflekterte over sin egen læring. Det var gjennomgående god atferd og tidsbruk i klassene, samt variert organisering av klasseromsaktiviteter.

Praktiske aktiviteter i naturfag

Lærerne i LISSI-prosjektet benyttet praktiske aktiviteter i nesten halvparten av timene, og barnetrinnet hadde betydelig mer praktisk arbeid enn ungdomstrinnet. Elevene var mer fokuserte på arbeidsoppgavene og mer aktive i læringsprosessen når de gjennomførte praktisk arbeid sammenliknet med undervisning uten praktiske aktiviteter. Undervisningen ble mindre lærersentrert, og læreren opptrådte i større grad som en tilrettelegger. Faglig forståelse var mindre vektlagt når elevene gjennomførte praktiske aktiviteter, men enkelte lærere la spesielt vekt på at arbeidet skulle ha et høyt faglig nivå. Nivået på kognitive utfordringer var likevel stort sett uavhengig av om det ble gjort praktiske aktiviteter eller ikke. Det var få forstyrrelser i klasserommet, og tiden ble i stor grad brukt til faglige aktiviteter. Dette viser at det er mulig å gjennomføre undervisning med praktiske aktiviteter som er tidseffektive og som samtidig holder et godt kognitivt nivå.

Tilrettelegging for dybdelæring

Vi har sett flere eksempler på undervisning som kan gi elevene dyp forståelse av fagkunnskaper, og vi har sett at elevene da brukte fagbegrepene aktivt både muntlig og skriftlig. Samtidig ble fagstoffet satt inn i en større faglig eller samfunnsmessig sammenheng, noe som er et godt utgangspunkt for dybdelæring. Utforskning som vektla god konsolidering sammenfalt med eksempler som la til rette for dybdelæring. Lærerne rapporterte at det er en klar sammenheng mellom dybdelæring og utforskning. Utforskende undervisning skaper nysgjerrighet og interesse blant elever, som igjen fører til at de begynner å stille nye spørsmål og i større grad styrer sin egen læring.

Elevenes læringsutbytte

På ungdomstrinnet var det en positiv sammenheng mellom prestasjoner på fagprøven og elevenes interesse i faget. Faglige prestasjoner hadde også positiv sammenheng med kvaliteten på måten læreren forklarte, oppsummerte og gav feedback på, samt at lærer stilte spørsmål som utfordret elevene. Måten lærer forklarer på og at det blir gitt oppsummeringer og tilbakemeldinger til elevene, hadde også positiv sammenheng med elevenes interesse.

Lærere i klasser på ungdomstrinnet med høyt læringsutbytte formidlet fagkunnskap til elevene kvalitativt bedre, de aktiviserte elevene mer i undervisningen gjennom aktiviteter og samtaler, og de hadde undervisning som i større grad kognitivt utfordret elevene. Foreløpige resultater tyder på at det på barnetrinnet var vanskelig å se en sammenheng mellom undervisningen læreren ga og elevenes fagkunnskap og interesse i faget.

Konklusjon

Det har vært sentralt for oss å studere undervisningspraksiser som både styrker elevenes faglige handlekraft og kunnskapsbase. Våre studier indikerer at naturfag som et praktisk fag kan legge til rette for begge deler. Vi ser at elevene er aktivt engasjert i læringsaktiviteter knyttet til både utforskning og begrepslæring. Lærere legger ofte til rette for elevdeltakelse og trekker seg tilbake ved behov, for eksempel i forbindelse med utforskninger. Vi ser at det legges vekt på begrepsforståelse, noe som også kan føre til dyp forståelse av naturfaglig kunnskap. Det er imidlertid rom for at elevene kan utforske flere egne spørsmål, se flere sammenhenger mellom naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter, samt reflektere mer over egen læring.

Videoobservasjonsmanualen (vedlegg A) gir en nyttig oversikt over forsknings-baserte og observerbare kjennetegn på naturfagsundervisning av høy kvalitet. Den er derfor et godt utgangspunkt for å utvikle fagdidaktisk kompetanse hos naturfagslærere.

1. INTRODUKSJON

Hensikten med forskningsprosjektet LISSI (Linking Instruction in Science and Student Impact) er å utvikle et solid kunnskapsgrunnlag for bedre å forstå hva som kjennetegner norsk klasseromspraksis, og hvordan ulike former for undervisning har sammenheng med hvordan elever lærer i naturfag. Ved hjelp av videostudier fra klasserommet, data fra spørreskjemaer, fagprøve og intervjuer med lærere, gir denne studien et bredt forskningsbasert grunnlag for å avdekke mulige sammenhenger mellom elevers læring, motivasjon og engasjement og læreres undervisning i naturfag. Vi ønsker å undersøke faktorer som har noe å si for kvaliteten på undervisningen som blir gitt i naturfag i norske klasserom i dag.

Naturfag på sitt beste kan engasjere elevene i praktiske problemstillinger i klasserommet, med situasjoner som må løses her og nå. Dette krever ofte en kombinasjon av både praktisk sans, sunn fornuft og faglig innsikt. Elever med ulike sterke sider kan derfor bidra på ulike, men likeverdige måter. Naturfag har også en sentral stilling i tverrfaglige sammenhenger som for eksempel temaer om bærekraftig utvikling. Bærekraftproblematikk engasjerer elever i livsviktige spørsmål som gjelder deres egen og naturens fremtid. God naturfagsundervisning legger til rette for at elever får et eierskap til temaer de vil utforske ved hjelp av naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter.

Med denne publikasjonen ønsker vi å trekke frem noen hovedfunn fra forskningsarbeidet i LISSI. Dette arbeidet ser nærmere på den naturfagsundervisningen vi observerte i 20 ulike norske klasserom. Studien omfatter både barnetrinn (4. og 5. trinn) og ungdomstrinn (8. og 9. trinn). Undervisning og læringsutbytte blir dokumentert ved hjelp av videoobservasjoner og faglige prøver, og elevenes og lærernes erfaringer blir formidlet ved hjelp av spørreskjemaer og intervju.

Bakgrunn for prosjektet

Bakgrunnen for denne studien henger sammen med sentrale funn og utfordringer i naturfag som er avdekket blant annet i PISA (Programme for International Student Assessment) og TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) fra 2015. LISSI-prosjektet har fokus på utforskende arbeidsmåter som utfordrer måten elevene tenker på ved å engasjere dem i ulike typer undersøkelser. Vi ønsker å få en bredere forståelse for hva som motiverer elevene til læring i naturfag, og hva som bidrar til kvaliteten på det arbeidet de gjør. Elevene skaper mening både med utgangspunkt i egne observasjoner og ved å utforske tekster. De prøver å forstå naturvitenskapelige forklaringer, og har samtaler om aktuelle sosiovitenskapelige temaer som klimaendringer og virusangrep. Slike naturfaglige temaer er sentrale i elevenes hverdag, og de vil være sentrale i elevenes fremtid. Derfor er naturfag et viktig fag som utrunder elever med evne til å tenke logisk og kritisk, og som kan lære dem å se etter evidens i viktig argumentasjon.

Utforskende arbeidsmåter i naturfag ble valgt som fokus, både fordi denne arbeidsformen står sentralt i de internasjonale undersøkelsene og i naturfag i norsk skole. Ved å velge dette fokuset, ville vi også få mulighet til å sammenlikne et fagområde på tvers av flere skoler og klasserom.

Utforskende arbeidsmåter hørte spesielt til hovedområdet Forskerspiren i Læreplanverket Kunnskapsløftet 2006 (LK06) (Utdanningsdirektoratet, 2006):

I naturfagsundervisningen fremstår naturvitenskapen både som et produkt som viser den kunnskapen vi har i dag, og som prosesser som dreier seg om hvordan naturvitenskapelig kunnskap bygges og etableres. Prosessene omfatter utvikling av hypoteser, eksperimentering, systematiske observasjoner, diskusjoner, kritisk vurdering, argumentasjon, begrunnelser for konklusjoner og formidling. Forskerspiren skal ivareta disse dimensjonene i opplæringen og integreres i de andre hovedområdene.

Ifølge Kunnskapsløftet 2006 skulle Forskerspiren integreres i de andre hovedområdene der det var naturlig. I klassene vi observerte, kunne vi derfor vente oss utstrakt bruk av utforskende arbeidsmåter. Vi har sett på hvordan det utforskende elementet i hovedområdet Forskerspiren blir ivaretatt, og hvordan det integreres i de andre hovedområdene.

I den nye lærerplanen, Læreplanverket Kunnskapsløftet 2020 (LK20), som ble innført i august 2020, blir temaer knyttet til Forskerspiren ført videre i kjerneelementet Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter (Utdanningsdirektoratet, 2020). Vår datainnsamling er fra høsten 2018 og høsten 2019. LISSI-studien gir dermed et godt grunnlag og utgangspunkt for å se på eventuelle endringer i naturfagsundervisningen som følge av de nye læreplanene. Vi håper at den også kan fungere som sammenlikningsgrunnlag for eventuelle andre fremtidige naturfagsstudier, slik PISA+-studien (Klette, Bergem, & Roe, 2015) i sin tid ble et nyttig grunnlag for å studere endringer i naturfag-, matematikk- og leseundervisning ved innføring av LK06.

Forskningsprosjektets formål

Vårt hovedmål i LISSI-prosjektet har vært å avdekke faktorer som har betydning for kvaliteten på undervisningen som blir gitt i naturfag i norske klasserom i dag. Forskningsprosjektet er orientert rundt tre sentrale formål.

Formål 1: Utforske kjennetegn ved norsk klasseromspraksis i naturfag med fokus på utforskning, og analysere hvilken betydning disse har for elevenes læringsutbytte.

LISSI-prosjektet gir rike deskriptive analyser av undervisningspraksiser i noen utvalgte naturfagklasserom gjennom videoobservasjoner. Vi har utforsket læreres undervisningspraksiser og elevenes læringsaktiviteter, og undersøkt mulige sammenhenger mellom disse. I tillegg til videoobservasjoner har vi gjennomført en kvantitativ undersøkelse med faglige oppgaver i naturfag og spørsmål om elevenes holdninger til naturfag og naturfagsundervisning. Videoobservasjoner og data fra den kvantitative undersøkelsen ble supplert med intervjudata fra lærere. Til sammen gir disse dataene grunnlag for en solid og variert beskrivelse av kjennetegn ved klasseromspraksis i naturfag. Når vi forsøker å relatere elevenes læringsutbytte til beskrivelser av undervisningspraksis, er vi bevisst på at dette er knyttet til mange utfordringer.

Formål 2: Få frem gode eksempler på undervisningspraksis, og danne grunnlag for videre utvikling av læreres faglige og fagdidaktiske kompetanse.

Vi har lagt vekt på å få frem flere eksempler på god undervisningspraksis som illustrerer undervisning som gir god læring og engasjement hos elevene. Eksempelene er valgt ut på bakgrunn av analyser av videoobservasjonene, og ved å gjennomføre case-studier av spesielt interessante forhold. Eksempler og case er hentet fra klasser der undervisningen kodes for høy kvalitet for utvalgte undervisningsstrategier. Case-studier presenteres kun kort i denne publikasjonen. De vil bli presentert i fullt format i en kommende antologi.

Et av LISSI-prosjektets produkter er en gjennomprøvd, validert og forskningsbasert videoobservasjonsmanual. Denne inneholder kategorier med detaljerte kodebeskrivelser. Kodene angir kvalitetskriterier for ulike dimensjoner av undervisningen. I tillegg til at den brukes som observasjonsmanual i videoanalyser, kan den være et godt utgangspunkt for læreres fagdidaktiske kompetanseutvikling.

Formål 3: Vurdere lærernes mulighet for å tilrettelegge for fordypning i faget.

For å vurdere hvordan lærerne kan legge til rette for fordypning i naturfag, har vi i LISSI-prosjektet analysert undervisningspraksiser som fremmer dette i praksis. Spesielt har vi sett på analyser av hvordan lærere knytter undervisningen til elevenes tidligere erfaringer, samfunnsaktuelle temaer, elevenes forståelse og bruk av fagbegreper og ulike former for utforskning.

Gjennom intervjuer har vi i tillegg fått lærernes egne refleksjoner om hva fordypning innebærer, hva det betyr for elevenes læringsprogresjon i faget, og hvordan deres egen faglige og fagdidaktiske kompetanse er relatert til fordypning i naturfaget.

Kvalitet i naturfagsundervisning

I likhet med Wittek og Kvernbekk (2011) tenker vi oss kvalitet i utdanning som transformasjon, og at elevers utdanningsprosess kan involvere både kognitiv og personlig vekst. De hevder at transformasjonen kan oppfattes på ulike måter; som å øke elevens kunnskap (*enhancing*), eller som å styrke elevens handlekraft (*empowering*). I vårt arbeid er begge disse perspektivene sentrale.

Disse perspektivene kan vi se i sammenheng med hensikten med elevenes utdanning. Biesta (2015) anbefaler at tre hensiktsområder bør balanseres: kvalifisering (oppnåelse av kunnskap og ferdigheter), sosialisering (mer eller mindre bevisst sosialisering inn i ulike kulturer) og subjektivering (å være subjekt i eget liv; et selv). Subjektivering adresserer kvaliteter som er knyttet til å være et subjekt – kvaliteter som i moderne utdanning ofte forbindes med autonomi, uavhengighet, ansvarlighet, kritisk tenkning og evne til vurdering. Det er eleven som et selv i møte med verden. Disse kvalitetene henger sammen med å styrke elevenes handle-kraft, som i vår studie blant annet representeres med utforskende naturfag og tilrette-leggelse av elevdeltakelse.

Oppnåelse av kunnskap og ferdigheter (kvalifisering) er også sentralt i vår studie, og vil si at vi studerer undervisningsdimensjoner som faglig fordypning og kognitiv aktivering, i tillegg til at vi prøver å beskrive elevenes læringsutbytte gjennom en faglig prøve og et spørreskjema. Sosialisering i naturfag er spesielt knyttet til bruk av naturfaglig språk og naturvitenskapelige tenkemåter og praksiser, og henger både sammen med elevers handlekraft og kunnskap. Kvalitet i elevers naturfagsutdanning er også avhengig av å ha et godt og inkluderende læringsmiljø. Figur 1.1 gir en oversikt over vår forståelse av sammenhengen av kvalitet i naturfagsundervisningen og utvalgte undervisningsdimensjoner: Vi har valgt å fokusere på fem sentrale dimensjoner av naturfagsundervisning som vi setter i sammenheng med handlekraft, kunnskap og læringsmiljø.

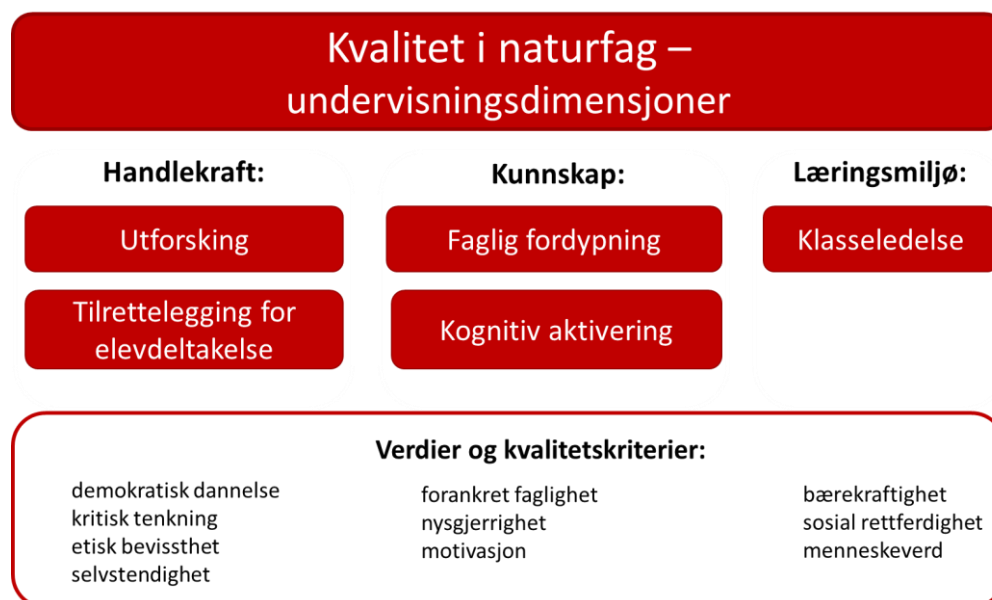
Basert på verdier som demokratisk dannelses, selvstendighet, kritisk tenkning og etisk bevissthet, ser vi utforskende arbeidsmåter knyttet til hovedområdet Forskerspiren som et sentralt og gjennomgående tema i naturfag. I likhet med Dewey (1933) ser vi at det er viktig at elever selv utforsker og reflekterer rundt spørsmål hentet fra deres egen erfaringsverden. Dette knyttes også til målet om å utdanne elever til naturfaglig allmenndannelse (scientific literacy).

I LISSI-prosjektet studerer vi klasseromsaktiviteter som både styrker elevenes faglige handlekraft og kunnskapsbase. I møte med fremtidens samfunnsliv og arbeidsliv vil elevene møte behov for å kunne omstille seg og utforske nye situasjoner, innhente ny informasjon og vurdere nye løsninger for stadig nye problemstillinger. Å ha kompetanse i utforskende måter å arbeide på og i naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter, slik det er beskrevet i den nye naturfagslæreplanen, vil kunne styrke

elevenes handlekraft. Det er også helt vesentlig for å oppnå dyp forståelse av naturfaglig kunnskap.

Lærerne og elevene vi har observert i denne studien, har fulgt Kunnskapsløftet 2006. Der er Forskerspiren et hovedområde som skal integreres i de andre hovedområdene i naturfag. Det står at elevene skal: utvikle kreativitet, kritisk evne, åpenhet og aktiv deltakelse i situasjoner der naturfaglig kunnskap og ekspertise inngår. I tillegg skal naturfag bidra til at barn og unge utvikler kunnskaper og holdninger som gir dem et gjennomtenkt syn på samspillet mellom natur, individ, teknologi, samfunn og forskning. Denne studien er hverken en evaluering av Kunnskapsløftet 2006 eller av elevenes måloppnåelser fra læreplanen, men en studie av naturfagsundervisning med utgangspunkt i kvalitetskriterier som vi håper kan favne over både Kunnskapsløftet 2006, Kunnskapsløftet 2020 og elevers fremtidige utfordringer.

Vi har valgt å fokusere på fem sentrale undervisningsdimensjoner (figur 1.1): utforsking, tilrettelegging for elevdeltakelse, faglig fordypning, kognitiv aktivering og klasseledelse, hvor hver dimensjon er operasjonalisert gjennom ulike observerbare undervisningsaktiviteter (kategorier). Disse er beskrevet nærmere i observasjonsmanualen (vedlegg A).



Figur 1.1. Kvalitet i naturfagsundervisning. Oversikt over undervisningsdimensjoner i LISSI-prosjektet.

Utforskende undervisning

Utforskende undervisning defineres på litt ulike måter. Vi støtter oss blant annet på tolkningen til Crawford (2014), hvor utforskende arbeidsmåter beskrives som å engasjere elever i kritisk tenkning ved å bruke logikk og evidens for å få en dypere forståelse av den naturlige verdenen. Vi legger også til grunn at utforsking inkluderer å være nysgjerrig, stille spørsmål, designe og gjennomføre undersøkelser, tolke og analysere data som evidens, lage argumenter, skape modeller og kommunisere funn (Barber, 2009).

Videre deler vi utforskinger inn i tre faser: *Forberedelse* (stimulere nysgjerrighet, adressere en utfordring, stille spørsmål og/eller hypoteser og planlegge undersøkelser eller eksperimenter), *Datainnsamling* (samle inn, registrere, dokumentere og analysere data) og *Konsolidering* (trekke slutninger fra data, diskutere ulike tolkninger og implikasjoner, koble empiri og teori, kommunisere resultater og reflektere over prosessen). Konsolideringsfasen, slik vi definerer den, er en videreutvikling fra diskusjons- og kommunikasjonsfasen i *Forskerføtter og leserøtter* (Ødegaard et al., 2014, 2016). I følge Knain og Kolstø (2019) er kjennetegn på en utforsking at arbeidet bygger på formulerte spørsmål; elevene henter inn data og informasjon for å finne svar; elevene utvikler mulige svar og bygger kunnskap. Dette kan jamføres med de tre fasene vi deler utforsking inn i.

Å ha en forståelse for naturfaglig utforsking og naturvitenskapens vesen, er en sentral del av naturfaglig allmenndannelse. I samsvar med læreplanen anser LISSI-prosjektet det som viktig at man i naturfag viser til kontekster som går utover det naturvitenskapelige faginnholdet, og bringer inn elevenes hverdagsliv og andre sosiovitenskapelige temaer. Dette gir et bredt perspektiv på naturfaglig allmenndannelse, som inkluderer både naturvitenskapens egne produkter og prosesser, samt realistiske situasjoner med naturvitenskaplige faktorer som elever kan støte på som fremtidige medborgere.

Om denne rapporten

Denne rapporten må ansees som en kortrapport fra LISSI-studien, og vil først og fremst presentere resultater. Resultatene vil senere bli diskutert i en kommende antologi.

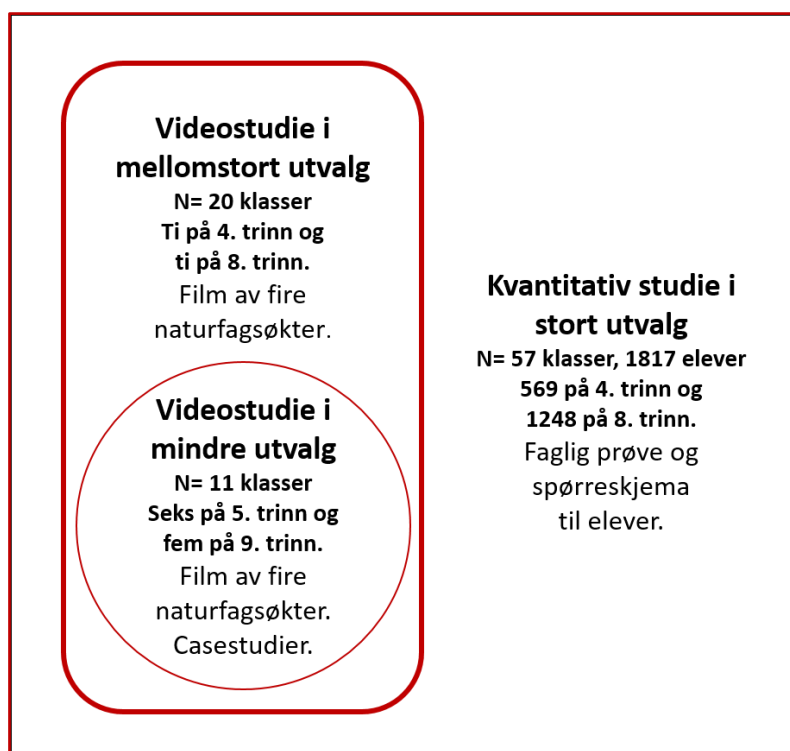
LISSI har mest fokus på video-studien, og vi har valgt å la analysene av video-observasjonene prege denne rapporten. Kapittel 2 handler om forskningsdesign og

metode, og her er det først og fremst lagt vekt på videoanalysene. Kapittel 3 beskriver kjennetegn på utforskende undervisning i naturfag og resultater knyttet til undervisningsdimensjonen utforsking. I kapittel 4 presenterer vi resultater for de andre fire undervisningsdimensjonene som er gjengitt i figur 1.1. Resultatene fra videoanalysene blir deretter satt sammen på ulike måter for å se nærmere på ytterligere sider ved undervisningen som er sentrale for naturfag. Praktiske aktiviteter blir belyst i kapittel 5. Resultater knyttet til fordypning i faget (formål 3) presenteres i kapittel 6, og i kapittel 7 ser vi nærmere på elevenes læringsutbytte.

Resultater knyttet til formål 2, om gode eksempler på undervisningspraksis, vil komme i tekstbokser som supplement til teksten i kapitlene. Eksempelene vil bli utvidet og presentert som dybdestudier i kommende antologi.

2. FORSKNINGSDESIGN OG METODE

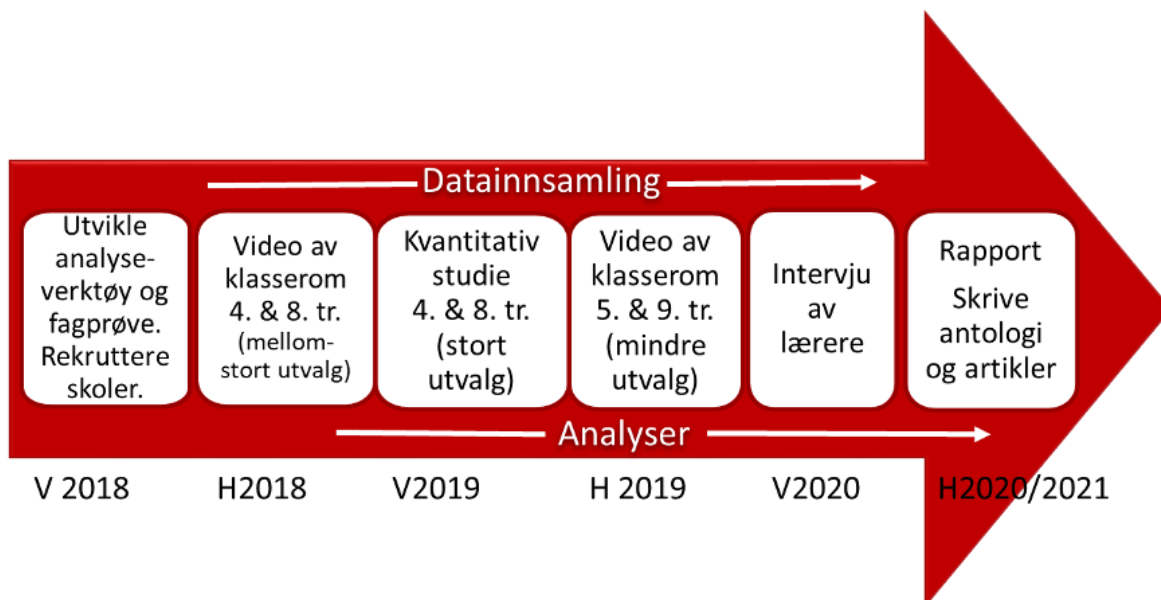
LISSI-prosjektet har ambisjoner om å belyse naturfagsundervisning både i dybde og til dels i bredde, som beskrevet i kapittel 1. Prosjektet inkluderer forskning på tre nivåer (figur 2.1): Først en videostudie i et mellomstort utvalg på 10 klasser på barnetrinnet og 10 klasser på ungdomstrinnet, etterfulgt av en ny runde med videoobservasjoner i et mindre utvalg av de samme skolene (6 barne- og 5 ungdomsskoleklasser). Dette utvalget er utgangspunkt for casestudier og intervjuer av 6 lærere. I tillegg til videostudiene ble det gjennomført en kvantitativ studie om elevers faglige nivå, og hvilke holdninger og oppfatninger de har til naturfags-undervisningen. Til denne delen er det et utvalg på 1817 elever fra 57 klasserom.



Figur 2.1. Oversikt over de ulike fasene og utvalgene i LISSI-studien.

Videostudiene er sentrale i LISSI-prosjektet. Videoobservasjoner gir grunnlag for dybdestudier av komplekse klasseromspraksiser på en systematisk måte, og tidligere studier har vist potensial for nærmere utforsking av undervisningskvalitet (Heath, Hindmarsh, & Luff, 2010; Klette, 2015; Snell, 2011). Ved å analysere mange undervisningsøkter kan vi også si noe om bredden av undervisningspraksiser i naturfag. Videodata er særlig egnet til å se sammenhenger mellom ulike undervisningspraksiser og læring. Mange studier har vist en klar sammenheng mellom undervisningspraksis og hvordan elever presterer. Slike sammenhenger er av interesse for læreres profesjonsutvikling, ledelse og vurdering av lærere samt utdanningspolitikk (Cohen & Goldhaber, 2016; Liu, Bell, Jones, & McCaffrey, 2019). Chetty med kolleger (2014) viste i en stor studie at elevenes prestasjoner kunne økes betraktelig ved å heve lærernes undervisningskvalitet. Kane og Staiger (2012) konkluderte med at lærere som er effektive i ulike undervisningspraksiser, som for eksempel klasseledelse og kognitiv aktivering, har elever som presterer høyere enn andre. For å kunne analysere hvilken betydning undervisningspraksiser har for elevenes læringsutbytte og holdninger, gjennomførte vi den kvantitative undersøkelsen. Den inkluderte både klasser som ble filmet, og et tilfeldig utvalg av andre klasser fra hele landet. Videre ga intervjuer med seks av lærerne fra videoklassene et innblikk i deres meninger og erfaringer, som gjør det mulig å utdype og forklare andre funn.

Figur 2.2 viser tidslinjen i LISSI-prosjektet. Den første videostudien ble gjennomført høsten 2018, mens den kvantitative undersøkelsen ble gjennomført våren 2019. Høsten 2019 ble 11 av de 20 videoklassene filmet i en ny runde. Med utgangspunkt i analyse av videoobservasjoner ble seks lærere (av de 11 som ble filmet i to omganger) intervjuet i siste del av prosjektet. Rapporten du nå leser, er et resultat av analyser av alle studiene; videostudien i et mellomstort utvalg, data om elevers fagkunnskap og holdninger til naturfag fra den kvantitative studien i et stort utvalg, video- og casestudier av et mindre utvalg og intervjuer med lærere.



Figur 2.2. Overordnet tidslinje for studien.

Videostudier

Utvalg av klasser

Den første delen av videostudien ble gjennomført i et utvalg på ti klasser på barnetrinnet og ti klasser fra ungdomstrinnet (N=20). Vi rekrutterte skoler/lærere på bakgrunn av deltakelse i naturfagprosjekter som *Forskerføtter og leserøtter* (Ødegaard, Haug, Mork, & Sørvik, 2014), *Nysgjerrigper*¹, *Den naturlige skolesekken*, *Nøkler til naturfag*² eller andre forhold som vi hadde kjennskap til. Alle skolene var i nærområdene til Universitetet i Oslo (UiO) eller UiT Norges arktiske universitet (UiT). I utgangspunktet rekrutterte vi klasser på 4. og 8. trinn, men for å sikre oss at vi fikk med skoler knyttet til naturfagprosjekter, valgte vi i noen tilfeller å rekruttere klasser på lavere eller høyere trinn. En av skolene vi rekrutterte hadde klasser med aldersblanding på ungdomstrinnet. For å sikre klasser til den etterfølgende videostudien, var det gitt en tydelig intensjon om at læreren skulle følge elevene også det neste skoleåret. Dette viste seg å være en utfordring, spesielt for overgangen fra 4. til 5. trinn. Mange bytter lærere i denne overgangen, noe som også var tilfelle for noen av klassene i studien.

¹ www.nysgjerrigper.no

² <https://www.naturfagsenteret.no/c2222628/prosjekt/vis.html?tid=2222629>

Lærernes bakgrunn var variert. På barnetrinnet var det en overvekt av lærere med lang erfaring (mer enn 20 år som lærer), som hadde varierende utdanningsnivå i naturfag (fra 0 til 90 studiepoeng). Lærerne på ungdomstrinnet hadde jevnt over kortere fartstid som lærer (færre enn 10 års erfaring). To av ungdomsskolelærerne hadde mastergrad i naturfag, mens resten av lærerne hadde inntil 90 studiepoeng.

I den andre delen av videostudien ble seks av barneskoleklassene og fem av ungdomsskoleklassene fulgt videre. Disse klassene representerte gode og interessante tilnærminger til naturfagsundervisning. Andre viktige utvalgs-kriterier var velvillighet og engasjement fra lærer.

Gjennomføring av videostudiene

Videostudiene i LISSI er inspirert av designet i prosjektet *Linking Instruction and Student Achievement* (LISA) (Klette, Blikstad-Balas, & Roe, 2017) og *Forskerføtter og leserøtter* (Ødegaard, Haug, Mork, & Sorvik, 2014). Det ble montert opp to videokameraer i klasserommet, ett rettet mot læreren og ett mot elevene. Lyd ble tatt opp gjennom en mikrofon festet til læreren og en mikrofon midt i klasserommet. På denne måten dokumenterte vi godt lærerens undervisningspraksis, som var vårt hovedfokus, samtidig som elevs deltakelse ble fanget opp. Disse opptakene ble automatisk synkronisert. For å kunne studere elevdiskusjoner og elevarbeid nærmere, monterte vi hodekamera på to elever³. I begge omganger med videofilming (høst 2018 og 2019) observerte og filmet vi minst fire naturfagstimer i hver klasse, over perioder på 1-4 uker.

Utvikling av observasjonsmanualen

Tidlig i LISSI-prosjektet utviklet vi en observasjonsmanual for analyse av naturfagsundervisning. Vi valgte å fokusere på fem sentrale dimensjoner av naturfagsundervisning: utforsking, tilrettelegging for elevdeltakelse, faglig fordypning, kognitiv aktivering og klasseledelse. Som beskrevet i kapittel 1, setter vi disse undervisningsdimensjonene i sammenheng med kvalitet i naturfagsundervisning. Dimensjonene er et viktig grunnlag for utvikling av solid naturfaglig

³ Elevene ble valgt ut av læreren blant elever som var villige til å ha kamera på. For å redusere belastningen på elevene, ble begge kamera fordelt over flere elever under lange undervisningsøkter.

kunnskap og kompetanser innenfor utforsking og kritisk tenkning. Dette kan igjen utruste elevene for en handlekraftig deltakelse i samfunnet.

Utviklingen av manualen ble utført i henhold til en kombinasjon av tre strategier, som er kjent fra tidligere videostudier (Fischer & Neumann, 2012; Praetorius & Charalambous, 2018):

1. Vi tok utgangspunkt i flere eksisterende rammeverk for analyse av undervisningskvalitet (Grossman, Loeb, Cohen, & Wyckoff, 2013; Horton, Marshall & White, 2009; Ødegaard et. al 2014), og valgte ut aktuelle dimensjoner av undervisning fra disse, støttet av annen litteratur (Kane & Staiger, 2012; Liu et al., 2019; Praetorius & Charalambous, 2018). Eksisterende rammeverk har mange felles trekk, noe som var et viktig utgangspunkt for utviklingsprosessen.
2. Kategorier ble utarbeidet og tilpasset naturfag med utgangspunkt i forskningslitteratur på undervisningskvalitet i naturfag (Fauth et al., 2019; Treagust & Tsui, 2012).
3. Før den endelige analysefasen ble observasjonsmanualen utprøvd på videomaterialet, og alle kategoriene ble gjennomarbeidet og justert i henhold til observasjoner og litteratur. Gjennom dette sørget vi for at manualen fanget opp det vi i LISSI-gruppen anså som sentrale kjennetegn ved den undervisningen vi observerte.

Vi utformet LISSI-manualen for å kunne vurdere undervisningskvalitet i naturfag med fokus på utforskende arbeidsmåter. Strukturen og mye av innholdet i LISSI-manualen er basert på *Protocol for Language Arts Teaching Observation* (PLATO) Grossman et al., 2013). PLATO-manualen er utviklet og utprøvd for observasjon av undervisning i morsmål. Relevansen for LISSI ligger i at PLATO representerer dimensjoner av undervisningskvalitet som også kjennetegner god naturfagsundervisning. Ved å bruke deler av PLATO-manualen er det mulig å se enkelte resultat fra LISSI i lys av resultater fra LISA-prosjektet (Klette, Blikstad-Balas & Roe, 2017). I LISA-studien fungerte PLATO-manualen for matematikkfaget, som indikerer at manualen kan fungere som analyseverktøy også for andre fag. En stor studie av Fauth og kolleger (2019) identifiserte tilsvarende dimensjoner som sentrale for naturfagsundervisning.

Vi inkluderte kategorier fra prosjektene *Forskerføtter og leserøtter* (Ødegaard et al., 2014) og observasjonsmanualen *Equipping Teachers. A protocol to improve and guide inquiry-based teaching* (EQUIP) (Horton et al., 2009), i tillegg til at vi utarbeidet egne kategorier. Viktige elementer i denne fasen var preanalyse av undervisningsopptak fra skolene i prosjektet, og diskusjon av sentrale kjennetegn på hva som er god naturfagsundervisning i litteraturen. 19 kategorier ble bearbeidet og utvidet gjennom analyse av videomaterialet.

Validitet av observasjonsmanualen

I utviklingsfasen arbeidet vi systematisk med å sikre at observasjonsmanualen faktisk beskriver gyldige kjennetegn på god naturfagsundervisning. I tillegg var det viktig at det vi observerte i videomaterialet var mulig å beskrive ved hjelp av kategoriene. Ut fra litteraturen og samkoding av observasjoner ble kategoriene og dimensjonene diskutert av prosjektgruppen og eventuelt justert. Eksempelvis ble vi enige om å endre kategorien *Kobling til tidligere kunnskap* (PLATO), til også å inkludere kobling til tidligere *erfaringer*. Dette gjorde vi fordi personlige erfaringer er sentralt i naturfag (Treagust & Tsui, 2012). Alle kategoriene ble justert eller omdefinert til å beskrive naturfagsundervisning.

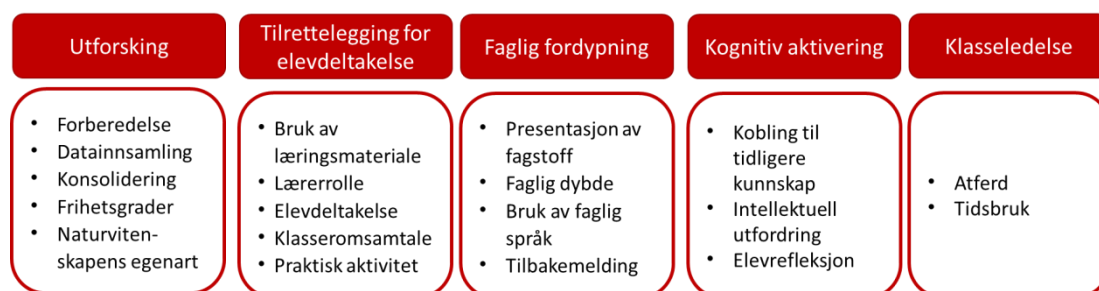
Reliabilitet i analysen

Pålitelig eller reliabel koding av videomateriale avhenger av at ulike kodere vurderer undervisningskvalitet på samme måte. I starten av prosjektet tok alle koderne i prosjektet sertifiseringskurs i PLATO. Gjennom dette dannet vi en felles forståelse for koding av videoobservasjoner, og fikk ekstern godkjenning som pålitelige kodere av PLATO-kategoriene. Etter hvert som flere kategorier ble lagt til eller laget, kodet vi først videosegmenter separat. Deretter hadde vi felles sesjoner med de samme segmentene, hvor vi diskuterte oss frem til enighet om definisjoner og forståelse av kategoriene i LISSI-manualen på detaljnivå. Omtrent 20 prosent av det kodede videomaterialet ble kodet uavhengig av to forskere. Reliabiliteten ble testet gjennom prosentvist samsvar mellom kodere og ved beregning av Cohens kappa. Jevnt over var reliabiliteten tilfredsstillende (kappaverdi over 0,6). Omtrent en tredjedel (13 av 19) av kappaverdiene for hver kategori representerer stabil enighet mellom koderne, mens 4 lå i området som representerer moderat enighet. For to kategorier (*Bruk av læringsmateriale* og *Naturvitenskapens egenart*) var det rimelig enighet mellom

koderne. Disse to kategoriene må vi se nærmere på i det videre arbeidet, og vurdere om de skal tas ut av manualen, eventuelt om materialet skal kodes på nytt. I denne rapporten må resultatene fra disse kategoriene behandles noe forsiktig.

Oversikt over observasjonsmanualen

Figur 2.3 viser en oversikt over de fem dimensjonene i observasjonsmanualen med tilhørende kategorier. Vedlegg A viser observasjonsmanualen i sin helhet. Dimensjonene viser til sentrale områder for undervisningskvalitet. Disse kvalitetene er brutt ned til enkelte kategorier som beskriver undervisningen som er observert. Kategoriene beskriver separate kvalitetstrekk ved naturfagsundervisning, der ulike sammensetninger av kvalitetstrekk kjennetegner ulike former for god naturfagsundervisning. De fire kodene i hver kategori indikerer i hvilken grad undervisningen inneholder bevis for undervisningspraksisen. Kode 1 viser til ingen bevis for den aktuelle praksisen, kode 2 begrensede bevis, kode 3 viser bevis, men med noen begrensninger og kode 4 indikerer sterke bevis. Et eksempel er kategorien *Kobling til tidligere kunnskap*, hvor kode 1 indikerer at læreren ikke refererer til elevenes forkunnskaper eller erfaringer. I kode 2 refereres det kort til kunnskaper eller erfaringer, men uten kobling til dagens tema. I kode 3 og 4 kobles tidligere kunnskap eller erfaringer mer eller mindre eksplisitt til tema for dagens time, med sterkest kobling i kode 4. Enkelte kategorier består av to delkomponenter, med faste regler for hvilken delkomponent som gir mest uttelling.



Figur 2.3. Oversikt over de fem dimensjonene i observasjonsmanualen.

I tillegg til de 19 kategoriene inneholder manualen noen enkle registreringer av hvordan klasserommet er organisert. Her registrerer vi organisering av elevene i helklasse, grupper eller individuelt som til stede eller ikke til stede. Det registreres også hvilken organisering som dominerer i hvert segment. Til sist registreres hvorvidt segmentene inneholder lærerdemonstrasjon og praktisk arbeid.

Analyse av videodata

All undervisning ble delt i 15-minutters segmenter for analyse. Vi valgte denne lengden på segmentene ut fra at vi brukte kategorier fra PLATO og EQUIP, som begge baseres på 15-minutters segmenter. Kodingen tok utgangspunkt i opptak fra de to stasjonære kameraene. Opptak fra hodekamera ble brukt der det var nødvendig for å oppfatte elevdeltakelse med relevans for kodingen. Hvert segment ble tildelt koder fra 1-4 for alle de 19 kategoriene beskrevet i observasjonsmanualen (se vedlegg A). Koderesultat for alle skolene ble kvantifisert og tilrettelagt for ulike analyser. Resultatene ble også benyttet til å velge ut casestudier og beskrivelse av disse.

Intervjuer

Utvalg av lærere

Seks lærere ble valgt ut til å være med på intervjuer. Intervjuene hadde fokus på meninger og erfaringer relatert til undervisningspraksisene vi observerte i de respektive klasserommene. Disse lærerne ble valgt ut på bakgrunn av våre observasjoner, og det ble vektlagt å rekruttere lærere som hadde elementer av utforskning i sin undervisning (høye koder for kategoriene i denne dimensjonen). I tillegg hadde de deltatt i begge omganger med innsamling av videodata.

Utvikling av intervjuguide

Intervjuguiden er basert på videoobservasjoner og litteratur om utforskende undervisning. Lærerne ble spurt om hvilke undervisningsformer de benytter seg av i naturfag, og hva de tenker om læringsutbytte og engasjement ved utforskinger. Vi ønsket også å undersøke hvordan lærerne hadde arbeidet med begrepet dybdelæring og forberedelser til innføring av LK2020. Vi inkluderte derfor spørsmål om dette, samt spørsmål om sammenhengen mellom dybdelæring og utforskende arbeidsmåter.

Gjennomføring av intervju

Vi gjennomførte seks digitale, semistrukturerte intervjuer, tre med lærere på barnetrinnet og tre på ungdomstrinnet. Intervjuene varte i 45-90 minutter og ble gjennomført av to LISSI-forskere som stilte spørsmål, samt en forsker som var stille observatør.

Analyse av intervjuene

En forskningsassistent transkriberte intervjuene, og transkripsjonene ble analysert ut fra en temabasert analytisk tilnærming (Braun & Clarke, 2006). De som gjennomførte intervjuene samarbeidet tett om kodingen. Kodingen foregikk induktivt gjennom flere runder.

Kvantitativ undersøkelse

Utvalg av skoler

Den kvantitative undersøkelsen inkluderte en fagprøve og et spørreskjema til elevene. I tillegg til videoskolene, ble det trukket ut et tilfeldig utvalg på 80 skoler fra Grunnskolenes informasjonssystem⁴ – 40 skoler på hvert trinn, som ble spurt om å delta på undersøkelsen. Det viste seg å være vanskelig å rekruttere skoler, og mange skoler svarte ikke på henvendelsen. Vi sendte derfor ut en forespørsel til nesten alle reserveskolene. Ikke alle skolene som svarte positivt på henvendelsen, gjennomførte undersøkelsen. På ungdomstrinnet svarte 29 skoler positivt, mens 27 skoler gjennomførte. På barnetrinnet svarte 21 skoler positivt, mens bare 16 skoler gjennomførte. Totalt, inkludert elever fra videoskolene, besvarte 1248 elever på ungdomstrinnet, og 569 elever på barnetrinnet. Selv om svarprosenten er lav for skolene som ble trukket tilfeldig ut, og derfor ikke kan sies å være et representativt utvalg, fungerer de likevel som en kontrollgruppe i forhold til videoskolene. I kapittel 7 blir disse skolene omtalt som referanseskoler.

Utvikling av fagprøver

Fagprøvene for hvert trinn ble satt sammen av naturfaglige oppgaver som allerede var prøvd ut og kvalitetssikret. Oppgavene, både flervalgsoppgaver og åpne oppgaver, er hentet fra TIMSS⁵, PISA⁶, Oslo-prøvene⁷ og karakterstøttende prøver. Vi valgte ut oppgaver som måler både generell kompetanse og utforskende kompetanse i naturfag. En av utfordringene med utviklingen av fagprøvene var å finne gode utforskende

⁴ <https://gsi.udir.no/>

⁵ <https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/timss/index.html>

⁶ <https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/pisa/>

⁷ <https://www.oslo.kommune.no/skole-og-utdanning/eksamen-og-elevvurdering/prover-og-kartlegginger/#gref>

oppgaver som ikke var for omfattende. Selv om oppgavene vi tok i bruk i våre fagprøver var utprøvd tidligere, gjennomført vi kognitive utprøvinger av et utvalg oppgaver. Deretter ble de utvalgte oppgavene testet ut i små grupper med tanke på tidsbruk.

Utvikling av spørreskjema

I spørreskjemadelen vektla vi spørsmål om elevenes interesse for naturfag og deres oppfatning av naturfagsundervisningen. For å kunne sammenlikne våre resultater med internasjonale studier som TIMSS og PISA, tok vi utgangspunkt i noen spørsmål fra samlevariabler i disse to studiene. På ungdomstrinnet valgte vi i tillegg å ha med noen konstruer fra et spørreskjema benyttet i LISA-prosjektet (Klette, Blikstad-Balas, & Roe, 2017), Tripod's 7C (Ferguson, 2010), også dette for å kunne sammenlikne våre resultater med data fra LISA.

Gjennomføring av den kvantitative undersøkelsen

Undersøkelsen var papirbasert og ble sendt ut mot slutten av skoleåret 2018/2019. Skolene valgte selv tidspunkt for prøven. For å legge minst mulig belastning på skolene, ble det besluttet at undersøkelsen ikke skulle ta mer enn 30 – 40 minutter. Det ble utviklet ett prøvehefte til hvert trinn. Fagprøven kom først i heftet, mens spørreskjemaet kom til slutt. Besvarelsene ble sendt tilbake til vår prosjektgruppe direkte etter gjennomføring. Elevenes svar på åpne oppgaver ble vurdert av vår prosjektgruppe, slik at det ikke var noe etterarbeid for lærerne.

Etikk

Vi har drøftet og tatt hensyn til de spesifikke problemstillingene som kjennetegner prosjekter som behandler personopplysninger, og videoopptak spesielt. Videoopptak i klasserom gjør det mulig å identifisere lærer og elever, og samtaler som ikke er relatert til undervisning kan bli tatt opp (Frøyland, Remmen, Mork, Ødegaard, & Christiansen, 2015). Vi har respekt for personvernet og drøftet elevenes personvern spesielt i forbindelse med samtykke til deltakelse. Det er lærerne som har formidlet invitasjon til å delta i prosjektet til sine elever, for å gi de mest mulig reell mulighet til å si sin mening. Da alle elevene er under 15 år er det likevel foresatte som har gitt skriftlig samtykke til deltakelse. For elever uten samtykke til å delta har skolen enten tilbudt tilsvarende undervisning i f.eks. parallellklasser, eller de har vært til stede i

klasserommet uten å bli identifisert på lyd eller bilde. Lærere som er filmet og intervjuet har også gitt informert samtykke. Vi har lagt vekt på å unngå å ta opp sensitiv informasjon, og bedt lærerne skru av mikrofonen for å ta samtaler med elever om personlige ting. All personidentifiserende informasjon er lagret nedlåst eller på krypterte servere. I likhet med andre klasseromsstudier (Klette, Blikstad-Balas, & Roe, 2017) erfarte vi at selv om videoutstyret fanget elevenes interesse i begynnelsen, ble kameraene etter hvert ikke lagt merke til. Vi anser derfor at klasseromspraksisene ikke ble påvirket på en vesentlig annerledes måte enn om vi hadde observert uten kamera. LISSI-prosjektet er godkjent av NSD (prosjektnummer 61288).

3. KJENNETEGN PÅ UTFORSKENDE PRAKSISER I NATURFAG

Utforskende arbeidsmetoder i naturfag står sentralt i LISSI-prosjektet. I studien ønsker vi å undersøke kjennetegn på utforskende praksiser i naturfag på barne- og ungdomstrinnet. Vi har undersøkt hvordan utforskingene gjøres i klasserommene, og hvilke formål lærerne har med disse. Ved å få økt forståelse av hva som kjennetegner utforskende praksiser i norske klasserom, ønsker vi å bidra til en diskusjon om hva som gjør utforskinger gode.

Definisjoner av utforskende praksiser og analyser

Vi vil nå se nærmere på hvordan vi har kodet datamaterialet basert på vår forståelse av utforskende praksiser i naturfag. I LISSI-prosjektet definerer vi utforskende praksiser som beskrevet i kapittel 1, etter modeller fra Crawford (2014), Barber (2009) og Knain og Kolstø (2019). Utforskingen bygger på et spørsmål formulert innledningsvis. Elevene samler inn og bruker data og informasjon til å utvikle, etterprøve og velge mellom mulige svar, og elevene vurderer og videreutvikler kunnskap. Dette gjenspeiles ved at vi har valgt å dele utforskinger inn i tre faser med følgende kategorier i observasjonsmanualen: *Forberedelse*, *Datainnsamling* og *Konsolidering*.

Kategoriene *Frihetsgrader* og *Naturvitenskapens egenart* har også blitt inkludert i den utforskende dimensjonen fordi disse ser nærmere på viktige aspekter ved utforskinger på tvers av de tre utforskende fasene. Utforskende arbeidsmåter er inspirert av og skal bidra til forståelse av naturvitenskapens vesen og tenkemåter. Dessuten består en sentral del av utforskende undervisning i å la elevene styre sin egen læring, noe som innebærer at elevene ofte har større grad av frihet i utforskinger. I figur 3.1 ser vi de fem kategoriene som utgjør den utforskende dimensjonen i LISSI sin

observasjonsmanual. I manualen (se vedlegg A) er kodene 1-4 for hver kategori beskrevet i detalj.

Videodataene utgjorde 37 undervisningstimer på 4. trinn og 36 undervisningstimer på 8. trinn. Siden det som regel tok minst en undervisningstime å gjennomføre en fullstendig utforsking med alle tre faser, og det ikke var naturlig å ha høy kode hele tiden på alle faser, valgte vi å se på kodingen for undervisningstimer i stedet for 15-minutters segmenter. Høyeste oppnådde kode for *Forberedelse*, *Datainnsamling* og *Konsolidering* for hver undervisningstime ble plukket ut. Dette ga oss oversikt over høyeste kode for hver fase av en utforsking.

For å identifisere undervisning med utforskende praksiser som i LISSI-prosjektet ble definert som utforskende, tok vi ut undervisningstimer med kode 3 eller 4 på minst en av kategoriene *Forberedelse*, *Datainnsamling* og *Konsolidering*. Utforskende praksiser som har fått kode 3 eller 4 på *Forberedelse* inneholder undervisning hvor elevene er med på å utvikle forskbare spørsmål, hypoteser eller planlegge undersøkelser. For kode 3 på *Datainnsamling* samler elevene inn data gjennom eksperimentering (primære data), eller ved å søke etter informasjon fra andre kilder som internett, lærebøker og andre tekster (sekundære data). For å få kode 4 dokumenterer og systematiserer elevene dataene i større grad. I konsolideringer med kode 3, bruker elevene innsamlet data til å trekke slutninger med empirisk begrunnelse, mens for å få kode 4 må også implikasjoner diskuteres.

Undervisning som er kodet 2 for alle tre utforskende faser, inneholder elementer av undringsaktiviteter, aktivisering av elevenes forkunnskaper eller spørsmål gitt av læreren, og elevene gjør enkle undersøkelser eller observasjoner som de bruker til å lage enkle beskrivelser for å forstå et naturfaglig fenomen. For kode 1 mangler disse elementene. Det er viktig å merke seg at kun ett undervisningssegment i en utforsking trenger å ha kode 3 eller 4, for at undervisningstimen skal bli definert som utforskende. Det er kun undervisning som er kodet 1 eller 2 for alle tre kategorier, som ikke er definert som utforskende i LISSI-prosjektet. Ut fra kravet om at elevene skal være med på å utvikle forskbare spørsmål eller planlegge undersøkelser i en forberedende fase, kan vi si at LISSI-prosjektet har valgt en definisjon som legger opp til høy grad av elevdeltakelse.

I prosjektet ønsket vi i tillegg å kunne si noe om formålet med utforskingene. Ut fra observasjoner og hva som sies på videoopptakene, ble formålene klassifisert etter om intensjonen var å utvikle fagkunnskap i naturfag, eller kunnskap om naturfagets metoder og tenkemåter (Abd-El-Khalick et al., 2004). Vi inkluderte også analyser fra lærerintervjuene for å få frem læreres synspunkter rundt egne utforskende praksiser og læringsutbyttet for elevene.

Variasjon i koder for en utforsking

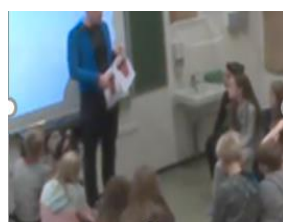
Siden en utforsking utvikler seg gjennom faser med forberedelse, datainnsamling og konsolidering, er det naturlig at kodingen varierer avhengig av hvilken fase utforskingen er i. Vi vil nå presentere et typisk eksempel som er hentet fra 4. trinn, hvor elevene tester smaksløkene på tunga (se tabell 3.1).

Vi ser en naturlig utvikling hvor vi de første 15 minuttene har kodet 2 for *Forberedelse*, mens kodene for *Datainnsamling* og *Konsolidering* er 1. Lærer undersøker hvilke forkunnskaper elevene har om smakssansene og hva som gjør at vi kan kjenne smak. Læreren forklarer så hensikten med utforskingen, og forteller hva elevene skal gjøre. Undervisningen er ikke kodet 3 for *Forberedelse* siden elevene ikke er med på å utvikle spørsmålet som skal undersøkes. Etter 15 minutter begynner elevene å smake på ulike matvarer og drikker, og de registrerer hvor på tunga smakene kjennes. Kategorien *Datainnsamling* har da kode 3, siden elevene innhenter data og markerer smaksområder på tunga. Koden for *Konsolidering* har økt til 2, siden lærer og elever snakker sammen om smakene underveis. Læreren undrer seg hele tiden over smakene sammen med elevene, og segmentet har derfor blir kodet 2 for *Forberedelse*. I det siste segmentet avslutter elevene aktiviteten, og koden for *Datainnsamlingen* avtar til 2. Koden for *Konsolidering* øker til 3 fordi elevene trekker konklusjoner om smakssansene på tunga ut fra sine egne funn. Eksemplet viser at kodene for *Forberedelse*, *Datainnsamling* og *Konsolidering* er avhengig av hvilken fase utforskingen er i.

Tabell 3.1. Tabellen viser hvordan kodingen for Forberedelse, Datainnsamling og Konsolidering varierer i løpet av en utforsking på 4. trinn.

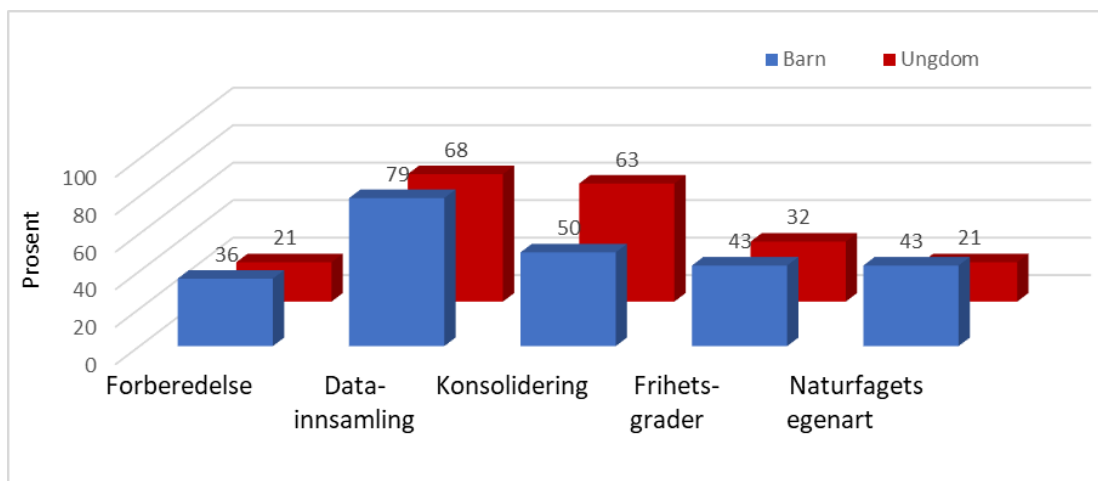
Segment	0-15 min	15-30 min	30-45 min
Forberedelse	2	2	1
Datainnsamling	1	3	2
Konsolidering	1	2	3
Hva skjer i undervisningen?	Klassen snakker om smakssansen og ulike smaker. Hensikten med utforskningen er å finne ut hvor på tunga smaksløkene er.	Elevene smaker på ulike matvarer og drikker, diskuterer sammen og markerer av på tegning hvor de kjenner smakene (sur, salt, søtt, bittert).	Elevene avslutter smakingen, og resultatene oppsummeres i klassen. Elevene har fått svært ulike resultater, og læreren viser til forskning om at vi har ulike smaksløker.

Bilder fra undervisningen



Kjennetegn ved de utforskende praksisene

Minst én av fasene i en utforsking må ha kode 3 eller 4 for å falle innenfor vår definisjon av utforskende arbeidsmåter i LISSI-prosjektet. Analysene viser da at 14 av 37 undervisningstimer (38 prosent) på barnetrinnet og 19 av 36 undervisningstimer (53 prosent) på ungdomstrinnet inneholder utforskende elementer. Dette er en relativ høy andel av naturfagstimene, men mange av disse ble kodet 3 eller 4 bare på enkeltfaser. Flere timer hadde altså kun *elementer* av utforskinger og ikke fullstendige utforskinger. 8 av 10 klasser på barnetrinnet og 7 av 10 klasser på ungdomstrinnet har arbeidet utforskende i en eller flere timer. Figur 3.1 viser hvor stor andel av timene på begge trinn med utforskinger som er kodet 3 eller 4 for kategoriene for dimensjonen utforsking.



Figur 3.1. Figuren viser koderesultater for timer med utforskende elementer på 4. trinn (N=14) og 8. trinn (N=19). Stolpene viser hvor stor prosent av timene på hvert trinn som fikk kode 3 eller 4 på kategoriene for dimensjonen utforsking.

Elevene utvikler i liten grad egne forskningsspørsmål

Analysene våre viser at elevene i liten grad er med på å utvikle forskbare spørsmål, hypoteser eller planlegge undersøkelser. Dette gjøres noe mer på barnetrinnet enn ungdomstrinnet. Figur 3.1 viser at for kategorien *Forberedelse* har vi kun kodet i overkant av 20 prosent av de utforskende timene i den øvre delen av skalaen på ungdomstrinnet, og tilsvarende verdi på barnetrinnet er rundt 35 prosent. I undervisningen som er kodet 3 eller 4 på *Forberedelse*, ser vi at elevene lager hypoteser, planlegger datainnsamlinger eller skisser. Elevene skriver for eksempel ned hva de tror kommer til å skje når salt løser seg opp i vann, eller hva de tror vil skje når utgangsstoffer endres i en kjemisk reaksjon. Andre eksempler er at elevene lager egne fremgangsmåter for å lage lim og brus.

For resten av de utforskende timene har kategorien *Forberedelse* fått kode 2. Dette er undervisning hvor læreren som utgangspunkt for utforsking ofte stiller åpne spørsmål og får elevene til å undre seg. Et eksempel er at lærer og elever undrer seg over hvorfor vi har årstider, og bruker dette som utgangspunkt for undervisning om jordas rotasjon i forhold til sola (se eksempel 4.1). Resultatene våre viser at mange timer har potensial til å bli mer utforskende dersom elevene får delta mer aktivt når spørsmål, hypoteser og fremgangsmåter skal utvikles.

Også i intervjuene sier flere av lærerne at undringer og nysgjerrighet er drivkraften i en utforsking. For lærerne er undringer både mål i de tidlige utforskende fasene og inspirasjon for videre utforsking i de senere fasene. Dessuten er alle lærere enige om

at utforskende undervisning handler om å la elevene oppdage og finne ut av ting, som igjen ofte fører til refleksjon. Fokuset er på oppdagelser som byr på spennende opplevelser. Det er disse opplevelsene som engasjerer elevene til å reflektere over fenomener, mens de finner svar på åpne spørsmål.

I undervisningen ser vi få tilfelle av at elevene lager egne forskningsspørsmål eller er med på å utvikle spørsmål. Vi mener at dette er en sentral del av utforskende undervisning, og at dette må være til stede for å bli kodet som utforskende (kode 3 eller 4). Men vi ser noen få eksempler, og vi har valgt å beskrive ett i eksempel 3.1. Dette eksemplet er fra barnetrinnet, og beskriver hvordan elevene utvikler egne forsknings-spørsmål til Nysgjerrigper-metoden.

Eksempel 3.1. Å utvikle forskbare spørsmål

Å utvikle forskbare spørsmål er en sentral aktivitet i utforskende arbeidsmåter. I data-materialet vårt finner vi kun én klasse hvor elevene arbeider eksplisitt med å utvikle forskbare spørsmål. Dette er en klasse på barnetrinnet, og Bente, læreren som underviser denne klassen, bruker Nysgjerrigper-metoden aktivt i sin undervisning. Hvert år utvikler hun og elevene et spørsmål for deltakelse i dette prosjektet. I videomaterialet ser vi flere ganger at Bente oppfordrer elevene til å tenke på potensielle spørsmål som kan egne seg for Nysgjerrigper mens de leser en tekst om kompostering.

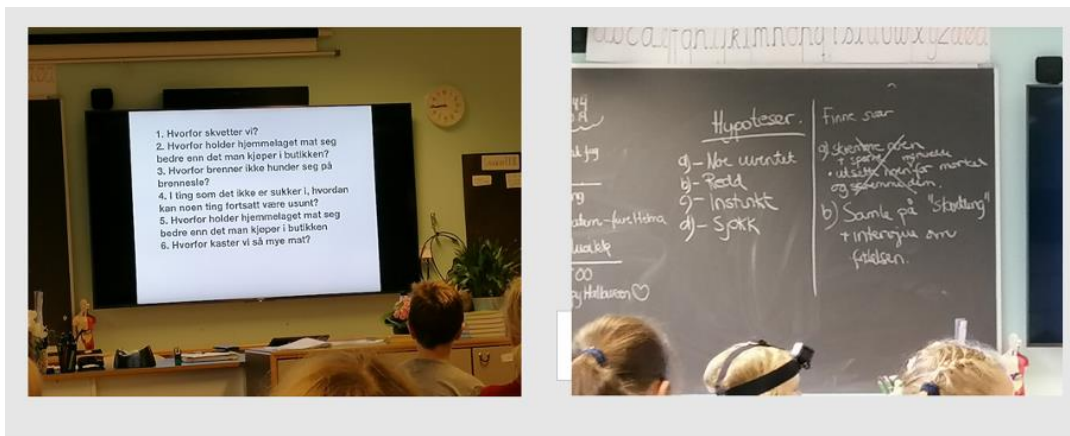
Hun forteller i intervjuet at hun sammen med elevene samler på spørsmål hele året, og forsøker å skrive ned alt som dukker opp. Hun oppfordrer elevene til å undre seg også i andre sammenhenger enn på skolen, og ta med spørsmål på skolen. Når det nærmer seg konkurransetid intensiverer klassen arbeidet med Nysgjerrigper-prosjektet, og alle elevene må stille noen spørsmål. Prosessen med å velge ut spørsmål som elevene skal forske på er tidkrevende, og starter med at Bente skriver alle spørsmålene i en presentasjon. I helklasse diskuterer hun med elevene hvilke spørsmål som det er mulig å finne ut av innenfor de rammene klassen har:

«Og så tar jeg gjerne og skriver alle sammen på en presentasjon og så snakker vi litt om hvilke som ikke egner seg, som finnes det en gud og hvor er verdens ende og sånn, at vi stryker de rett og slett, og det er ikke fordi det er noe dårlige spørsmål, men det bare er ikke så lett å forske på med tanke på at vi er i en (skole)klasse uten penger.»

I en av timene ser vi at elevene helt konkret arbeider med mulige forskerspørsmål. På tavlen tar Bente opp noen av spørsmålene hun har skrevet ned, og som elevene har stilt i ulike sammenhenger. Hun ber elevene late som om dette er spørsmål som de har valgt ut for å lage et Nysgjerrigper-prosjekt, og de skal diskutere disse spørsmålene gruppevis. Gruppene får tildelt ett spørsmål hver. De blir først bedt om å diskutere hvordan de kan gå frem for å finne svar på spørsmålet, samt å stille en hypotese relatert til spørsmålet.

I etterkant diskuteres metodene og hypotesene, og her kommer også etiske problemstillinger inn. For eksempel om det er etisk riktig å påføre en hund potensiell smerte for å finne ut om den brenner seg på brennesle (spørsmålet vises på bildet under), eller om det er etisk riktig å skremme noen for å finne ut hvorfor vi skvetter.

Hypoteser og metoder noteres på tavla (se bilde under), og noen metoder forkastes mens andre beholdes (eksempelvis er intervjuer en alternativ metode for å undersøke hvorfor vi skvetter). Noen av spørsmålene forkastes etter dette. Ifølge Bente er denne prosessen typisk for hvordan de arbeider for å komme frem til et forskbart spørsmål, men i denne timen er det en øvingsaktivitet for elevene. Det er tydelig at begreper som «hypotese» og «forskbart spørsmål» er kjente for elevene.



Spørsmål som diskuteres i elevgrupper (til venstre) og noen av hypotesene som elevene har diskutert seg frem til og som skal testes ut (til høyre). Vi ser at det å skremme noen som metode er krysset ut, og viser at metoden er forkastet.

Kategorien *Forberedelse* til utforskning får her kode 4, siden elevene arbeider med planlegging av utforskning med egne spørsmål. Ettersom elevene arbeider både med spørsmål, hypoteser og metoder for å finne svar på spørsmålene, har undervisningen mange elementer av naturvitenskapens egenart, selv om de her ikke eksplisitt snakker om å arbeide som forskere. Det er også stor grad av frihet, siden det er elevenes egne spørsmål det arbeides med, samt at de diskuterer valg av metode. De vet heller ikke svaret på spørsmålene.

Bente ser på det å arbeide med Nysgjerrigper som en mulighet for dybdelæring, og at utforskning og dybdelæring henger sammen med hverandre:

«(...) altså i hvert fall Nysgjerrigper klarer du jo ikke uten å til dels gå i dybden, så det er jo litt avhengig av hva man på en måte tenker på å utforske. Fordi det går jo an å utforske et enkelt begrep ganske kort, men at de to begrepene i enkelte emner eller enkelte perioder både kan og bør og skal henge sammen, det tror jeg absolutt at er viktig.»

Bente forteller også at de jevnt over arbeider mye med spørsmål og undring i timene. Hun er generelt opptatt av åpne spørsmål, og at hun sammen med elevene skal gruble og resonnerer. Hun ønsker at elevene skal forstå at det er mange spørsmål i naturfag som det ikke finnes et fasitsvar på:

«(...) at det å gruble sammen og tenke sammen og resonnerer sammen at det er viktig og jeg kan også finne på å stille spørsmål i klassen jeg ikke vet svaret på, nettopp fordi at det er viktig for meg at ikke de skal tro at det er et fasitsvar. Ikke det at vi undres hele tiden, fordi det blir man jo ganske sliten av det også, men hvis det dukker opp noe så passer jeg hvert fall på at vi tar vare på de spørsmålene. Jeg sier at vi kan jo prøve å se hva vi finner på internett, og så er jo det et spørsmål vi kan gå i dybden i, så vi tar vare på det som en hypotese eller en problemstilling.»

Elevene samler inn data fra både primære og sekundære kilder

Resultatene våre viser at elevene i de utforskende timene samler inn og dokumenterer relativt mye data på begge trinn. I figur 3.1 ser vi at nærmere 80 prosent av de utforskende timene på barnetrinnet og nærmere 70 prosent av disse timene på ungdomstrinnet, ble kodet i den øvre delen av skalaen for kategorien *Datainnsamling*. Systematisk datainnsamling gjøres altså i noe større grad på barnetrinnet enn på ungdomstrinnet.

Analysene våre viser at det samles inn data både fra primære (observasjoner og målinger) og sekundære kilder (bøker og internett). I utforskingene bygger like mange på primære data som på sekundære data, og noen på en kombinasjon av begge deler. I tillegg ser vi noen utforskinger som bygger på erfaringer og kunnskap fra tidligere utforskinger. På barnetrinnet ser vi at det samles inn primære data for eksempel når elevene lager lim fra ulike ingredienser, og deretter sjekker om bønner henger fast i limet. Dette er beskrevet i eksempel 5.1. På ungdomstrinnet samles det inn primære data fra flere eksperimenter. Blant annet fremstiller elevene gasser, og ut fra teori i læreboka skal de avgjøre hvilken gass dette er. Dette er beskrevet nærmere i eksempel 3.2.

I videoene ser vi flere eksempler på *Datainnsamling* fra sekundære kilder hvor ulike tekster, modeller og internett brukes for å finne informasjon som kan gi svar på spørsmål og problemstillinger. På barnetrinnet ser vi for eksempel at elever bruker læreboka og andre tekster for å lage en kort bok om en valgt planet, og at elever bruker skisser av to dinosaur-familier for å gruppere ulike dinosaurer i disse familiene. Vi ser en trend mot at elever på barnetrinnet oftere bruker primære kilder (observasjoner) enn elever på ungdomstrinnet, som oftere bruker sekundære kilder (tekster). En naturlig forklaring kan være at det er forskjell på det kognitive og faglige nivået til elevene. Elever på barnetrinnet kan lære mer av å jobbe praktisk med fysiske objekter, mens elever på ungdomstrinnet har bedre kunnskap og ferdigheter til å innhente informasjon fra tekster.

I intervjuene kommer det tydelig frem at det for lærerne å utforske betyr å la elevene velge egne metoder og fremgangsmåter, for eksempel når det gjelder å samle inn data. For alle lærere handler utforskende undervisning om å la elever lære på egne premisser og på egenhånd. Lærerne ønsker at elevene begynner å ta ansvar for sin egen læring,

og at de blir mer selvstendige. Ifølge lærerne er det ofte elevene selv som skaper læringssituasjoner når de utforsker. Lærerne ser seg selv som veiledere og til retteleggere i disse situasjonene. Siden utforskende undervisning består av flere faser og derfor krever forskjellige støttende og veiledende grep, er rollen som tilrettelegger multifasettert. Dette er en observasjon vi kommer til å utdype i antologien.

Eksempel 3.2. Hvordan integrere nettbrett som digitalt verktøy under datainnsamling og konsolidering?

Naturfag er et praktisk fag, hvor elevene inviteres til å observere, måle og samle inn data, danne hypoteser, tolke observasjoner og diskutere problemstillinger. Vi har valgt dette eksemplet for å illustrere hvordan nettbrett kan brukes som verktøy for å samle inn data under utforskinger i naturfag. Vi ønsker også å gi innsikt i hvordan nettbrett endrer og utvider mulighetene for å utforske i naturfag.

Skolen i dette eksemplet er en iPad-skole, og bruker OneNote (læringsbok) og Teams i undervisningen. Det var ønskelig å analysere timene for å se på hvilke metoder Steinar brukte for å integrere nettbrett i undervisning og hvordan elevene engasjerte seg i elev-forsøk. Vi observerte én økt med fokus på påvisning av gasser (elevene lager hydrogengass og skriver rapport), og én økt med tema lys og lysbrytning (elevene gjør forsøk med innfalls- og refleksjonsvinkel). Begge økter skåret høyt for kategorien *Datainnsamling* og de andre utforskende kategoriene. Dessuten forklarte Steinar i intervjuet at bruk av nettbrett bidrar til utvidede muligheter for å utforske fenomener og gjøre forsøk i klasserommet, som i tradisjonelle øvelser ikke hadde vært mulig.

Steinar nevnte flere fordeler med bruk av nettbrett, blant annet at det gir nye muligheter til å drive utforskinger, mulighet til å visualisere fenomener, mulighet til å lage rapport, og at bruken av nettbrett kan fremme engasjement blant elever. Det er en observasjon som støttes av videomaterialet. I undervisningen til Steinar ser vi at nettbrett brukes til å strukturere undervisning (vise mål, vise fremgangsmåten, gjennomgå teori, vise på tavla), ta bilder og filmer av forsøk, vise filmsnutter, dele ideer og kunnskap og skrive rapport. For eksempel ser vi i en time med fokus på fremstilling og påvisning av gasser at Steinar i detalj demonstrerer hvordan forsøket skal gjøres.

Han filmer demonstrasjonen ved å bruke iPad og snakker samtidig om sikkerhet og forklarer hvordan forsøket skal utføres. Alle elevene ser dette på tavla før de gjør forsøket selv. Elevene tar bilder og filmer med iPad underveis (primære datakilder), mens de bruker det i kombinasjon med læreboka for å finne frem informasjon (sekundære kilder). Også Steinar tar bilder med sin iPad for å vise elevene interessante observasjoner ved forsøket.



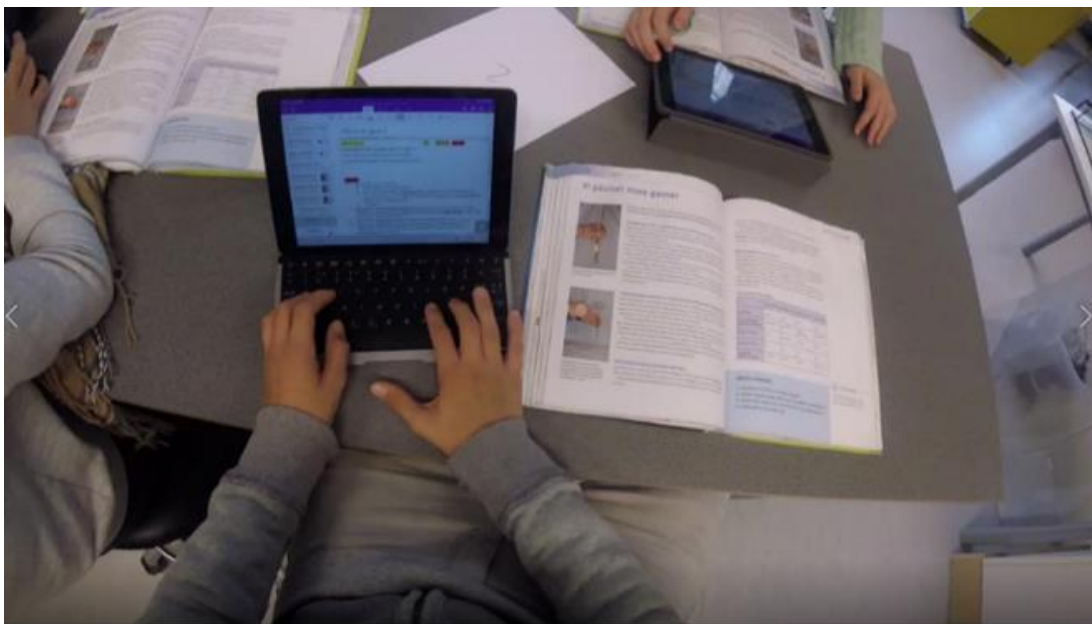
Elevene gjør forsøk for å påvise gasser. iPaden er lett tilgjengelig for å dokumentere forsøket for eksempel ved å ta bilder/filmer.

Ifølge Steinar byr nettbrett på spennende muligheter for å utvide utforskinger. Dette gjelder særlig forsøk som ellers hadde vært for farlige eller som pleier å gå galt:

«Ja, jeg tenker jo at det digitale gir oss noen fantastiske muligheter til å utforske ting vi ikke tør å utforske i laben, da. Vi bruker jo mye (...) simulatorer i forskjellige varianter fra fysikk til for eksempel innenfor elektrisitet. Da er den veldig fin, for da kan man gjøre forsøk som går galt også. Eller partikkelmodell, den kan kjøres på så høyt trykk at den går i lufta for eksempel med forskjellige gasser. Det engasjerer veldig, men da er det jo og viktig å tenke på «hva betyr det her i den virkelige verdenen?»»

Steinar synes det er fint med simuleringer og animasjoner som illustrerer og visualiserer mange fenomener i naturfag. Han pleier å kombinere disse simuleringene med praktisk arbeid, slik at det blir økter som integrerer flere måter å jobbe på. En viktig del av datainn-samling og konsolidering er det å skrive rapporter. Steinar har opplevd at nettbrett gjør det mulig for elever å dokumentere forsøket, for deretter å lage multimodale rapporter som virkelig benytter seg av audiovisuelle muligheter til å presentere funnene på.

«Så tenker jeg at den iPaden som de har nå gir jo veldig muligheter til dokumentasjon. Og det som jeg ser er styrken, de har alltid kameraet med seg så de kan ta bilder av forsøkene. Det er mange som filmer forsøket. (...) Når de leverer rapport da, blir det rett og slett en multimodal tekst med både film og mange spiller inn lydinnspillinger for å få forklare det de har funnet ut og.. For meg nå så har det skjedd superraskt den endringen her med at rapporter er ikke bare skriftlige, kjedelige som jeg har vært vant til, det er så mye mer og mye mer bilder.»



Elevene bruker iPaden i kombinasjon med læreboka for å ta notater og skrive rapport.

Oppsummert viser dette eksemplet at nettbrett er et viktig element i naturfagsundervisningen, og at teknologi kan støtte elevers datainnsamling og konsolidering under utforskinger. Elevene får enkel tilgang til informasjon, og flere muligheter til å gjennomføre og dokumentere forsøk. I tillegg fremmer nettbrett økt multimodalitet når det gjelder å skrive rapport.

Konsolideringer er mer vektlagt på ungdomstrinnet enn på barnetrinnet

Analysene våre viser at det gjøres flere konsolideringer med høy kode på ungdomstrinnet enn på barnetrinnet i de utforskende timene. I figur 3.1 ser vi at for kategorien *Konsolidering*, er 50 prosent av de utforskende timene på barnetrinnet og 63 prosent av disse timene på ungdomstrinnet kodet i den høyere delen av skalaen. Dette funnet viser at elevene på ungdomstrinnet i noe større grad enn elevene på barnetrinnet bruker observasjoner og data til å begrunne og trekke slutninger. Et eksempel fra ungdomstrinnet er at elever ut fra filmer om eget forbruksmønster diskuterer hvordan eget forbruk påvirker bærekraftig utvikling. Et eksempel fra barnetrinnet viser elever som argumenterer for at et lim fungerer godt ut fra egenskapene til limet, og de diskuterer hvordan det kan forbedres (se eksempel 5.1).

Analysene våre viser at nesten alle av de resterende timene med utforskende elementer har fått kode 2 for *Konsolidering*. Dette impliserer at elevene, spesielt på barnetrinnet, i hovedsak har laget enkle beskrivelser av fenomener ut fra erfaring, observasjoner eller tekster. Vi ser derfor et potensial for å øke kvaliteten i konsolideringsfasen, ved

at data i større grad trekkes inn for å gi begrunnelser og trekke konklusjoner i naturfaget.

Utforskingene har lav grad av frihet for elevene

I LISSI-prosjektet har vi kodet kategorien *Frihetsgrader* i utforskingene ut fra om elevene var med på å utvikle problemstillingen eller spørsmålet som skulle undersøkes, metoden som skulle benyttes eller om resultatet av utforskingen var ukjent for eleven på forhånd. Resultatene våre viser at en mindre andel av de utforskende timene er kodet i den høyere delen av skalaen for grad av frihet. Elevene på barnetrinnet har imidlertid hatt større frihet i utforskinger enn elevene på ungdomstrinnet. I figur 3.1 er 43 og 32 prosent av de utforskende timene på henholdsvis barne- og ungdomstrinnet kodet 3 for kategorien *Frihetsgrader*. Dette er undervisning med to frihetsgrader, hvor elevene for eksempel har hatt frihet til å utvikle egne hypoteser, og velge metoder for å utforske disse. Eksempler er at elever selv planlegger hvordan ei solid bro skal lages, eller at elever lager hypoteser og endrer fremgangsmåten til et eksperiment for å finne ut hvordan en reaksjon skjer. Vi har ikke observert undervisning med tre frihetsgrader (kode 4) i prosjektet.

Den største delen av de utforskende timene har fått kode 2 for grad av frihet, dvs. med kun én frihetsgrad. Dette er utforskende praksiser hvor spørsmål og fremgangsmåte ofte er gitt av læreren, og elevene skal komme frem til et resultat som de ikke kjenner på forhånd (men som er kjent for læreren). Ut fra dette funnet ser vi at lærerne har et potensial når det gjelder å trekke elevene mer aktivt inn i utvikling av for eksempel fremgangsmåter i naturfagsundervisningen. Datamaterialet vårt viser at elevene ofte har større grad av frihet når de henter informasjon fra sekundære kilder som bøker og internett, enn ved praktisk eksperimentering. Primære data samles oftest inn etter en gitt oppskrift når elevene arbeider med praktiske aktiviteter, mens de i større grad selv må planlegge datainnsamlingen når tekster og internett brukes.

Det å gi elevene frihet til en viss grad selv å bestemme hva de skal jobbe med, ble av mange lærerne oppfattet som vanskelig. I intervjuene forklarte lærerne at det å «slippe litt løs» er noe som krever mye både av dem og elevene. På den ene siden må lærerne føle seg trygge på at det kan bli en bra læringsøkt selv om det innimellom også blir kaotisk, men på den andre siden kan elevene bli for ivrige og må bremses, eller lærerne må hjelpe elevene med å holde utforskinger i gang.

Aspekter ved naturfagets egenart vises lite eksplisitt i undervisningen

I LISSI-prosjektet kodet vi kategorien *Naturvitenskapens egenart* ut fra om lærerne tok inn ulike aspekter rundt naturvitenskapens egenart og naturvitenskapelige metoder i undervisningen. Ut fra prosentandelen av utforskende timer som koder i den høyere delen av skalaen for kategorien *Naturvitenskapens egenart*, ser vi at ungdomsskolelærerne i liten grad eksplisitt nevner naturvitenskapens metoder og tenkemåter under utforskingene. Kun 20 prosent av timene med utforskende elementer på ungdomstrinnet ble kodet 3 eller 4 for denne kategorien (ser fig. 3.1). Tilsvarende verdi for barnetrinnet er 40 prosent, noe som viser at disse lærerne eksplisitt har trukket inn ulike aspekter ved naturfagets egenart i dobbelt så mange av de utforskende timene enn hva lærerne på ungdomstrinnet har gjort. Eksempler på dette er at lærere eksplisitt nevner at modeller i naturvitenskap er basert på observasjoner og testing, og at forskere gjør undersøkelser for å skaffe bevis. Resten av timene med utforskende elementer er kodet 2 for kategorien *Naturvitenskapens egenart*. Dette er timer med elementer av utforsking, men lærere relaterer ikke disse elementene eksplisitt til noen aspekter av naturvitenskapens egenart.

I intervjuene vektlegger lærerne metodekunnskap og kunnskap om naturvitenskap når de reflekterer over utforskende undervisningspraksiser. Lærerne snakker veldig mye om at elevene skal lære å stille spørsmål, lage hypoteser og engasjere seg under praktisk arbeid. Det virker som om lærerne antar at elever, mens de driver med utforskinger, får en forståelse for hva som ligger i vitenskapelige tenkemåter og hvordan forskere jobber, uten av dette sies eksplisitt.

Utforskingene vektlegger mer å utvikle fagkunnskap i naturfag enn naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter

I studien vår ønsket vi å kartlegge formålene med de utvalgte utforskingene. En analyse av timene med utforskinger som kodet 3 eller 4, viser at læreren i de fleste timene har som hovedformål at elevene skal utvikle begrepsmessig forståelse av faginnhold. I kun to av utforskingene ser vi at hovedfokuset er å lære naturvitenskapelige metoder. I den ene timen, som er på barnetrinnet, vurderer elevene hvilke spørsmål som er mulig å forske på (se eksempel 3.1). I den andre timen, som er på ungdomstrinnet, lærer elever å søke etter informasjon på nettet, og de lærer å være kritiske til ulike kilder (se eksempel 6.1).

I utforskingene ser vi likevel noen tilfeller hvor ett av formålene er å lære om naturvitenskapens egenart. Eksempelvis nevner flere lærere eksplisitt at fagstoffet som skal læres bygger på naturvitenskap, og at det ligger mye forskning bak viktige oppdagelser og produkter. Et eksempel på barnetrinnet er en lærer som fremhever at det trenges observasjoner eller bevis for å argumentere for at ett lim er bedre enn et annet (se eksempel 5.1). Et annet er en lærer på ungdomstrinnet som sier at ulike modeller for lys har blitt utviklet gjennom lang tids eksperimentering. Det er grunn til å tro at elever som har lærere som eksplisitt trekker disse aspektene inn i undervisningen, vil utvikle kunnskap om naturvitenskapens egenart (Lederman & Lederman, 2019).

Eksempler på utforskinger som har til formål å utvikle ferdigheter i naturvitenskapelig metode, er at elever lager hypoteser for hva de tror vil skje når de løser et salt i vann, og elever som lærer å se etter kjennetegn på kjemiske reaksjoner. På ungdomstrinnet ser vi flere eksempler på at lærere fokuserer på de ulike delene i vitenskapelig metode når elever skriver rapport etter øvelser. Et eksempel er en lærer som relaterer de ulike delene av rapporten til den utforskende prosessen, og gjør sammenlikninger med artikkelsjangeren som forskere ofte skriver. På slutten av utforskinger kommuniserer elevene ofte resultater ved å lage digitale presentasjoner, filmer og plakater. På denne måten lærer elever å formidle funn, som kan knyttes til å utvikle ferdigheter i naturvitenskapelig metode.

Analysene våre av timene med utforskende elementer viser at disse i hovedsak har som formål å utforske naturfaglige begreper. Dette funnet er i tråd med oppfordringer i den nye læreplanen i naturfag (LK20). Utforskingene på ungdomstrinnet har noe mer fokus på faglighet enn på barnetrinnet. På barnetrinnet ser vi imidlertid noe oftere at elevene får utvikle ferdigheter i utforskende metoder enn på ungdomstrinnet, ved at de lager egne hypoteser og fremgangsmåter.

Utforskinger fremmer et mangfold av læringsutbytter

I intervjuene ble lærerne spurt om hva elevene lærer når de jobber utforskende, og svaret var at de stort sett er enige om at det er mye elevene kan få ut av utforskende økter. Det var bare to lærere som eksplisitt nevnte begrepsutvikling som et læringsutbytte i utforskende praksiser. Disse to lærerne knyttet riktig bruk av begreper til evnen til å reflektere over sitt eget arbeid, og til å føre gode og reflekterte samtaler om naturfaglige tema. Flere lærere fremhever i intervjuene at nysgjerrighet er drivkraften

i en utforsking. Ifølge lærerne er nysgjerrighet og undring dermed både et mål i de tidlige utforskende fasene og motivasjon for videre utforskinger. Dessuten opplever lærerne naturfag som et fag som byr på mange muligheter til å fremme innsatsviljen til elevene gjennom utforskinger. Vi bruker innsatsvilje som et overordnet begrep som omfatter interesse, engasjement og motivasjon. For eksempel kan utforskinger dreie seg om et tema som elevene synes er spennende, altså et tema de interesserer seg for. Dette kan føre til at de er motiverte til å jobbe med temaet, og engasjerer seg i arbeidet.

Et annet læringsutbytte som flere lærere nevner, gjelder aspektet av å bli selvstendig gjennom utforskende praksiser. Lærerne ønsker at elevene skal begynne å stille egne spørsmål, finne ut ting på egenhånd, finne egne svar og ta ansvar for egen læring og sin egen verden. Elevene lærer også å samarbeide og være del av en gruppe. Disse læringsprosessene innebærer at elever møter motstand, og lærer å komme seg over en utfordring. Ifølge lærerne er det å håndtere utfordringer et viktig læringsutbytte under utforskinger, noe en av dem uttrykte slik:

«Det er uendelig mye de lærer. De lærer samarbeid, de lærer å strukturere, de lærer å ta ansvar, de lærer å finne ut av ting på egenhånd, de lærer å bruke læreren til det den skal være der for; å undervise dem, ikke for å passe på dem. Det er det som er målet med hele hopprennet - at de skal bli selvstendig.»

Oppsummering

Oppsummert ser vi i videomaterialet at lærerne gjennomgående bruker utforskende elementer i naturfagsundervisningen, og vi ser mange eksempler på undervisning som vi definerer som utforskende (kode 3 og 4) på begge trinn. Under forberedelser ser vi mange undringsaktiviteter og spørsmål fra læreren, men elevene er sjelden involvert i å utvikle spørsmål og fremgangsmåter. Elevene samler inn relativt mye data i timene med utforskende elementer, både fra primære og sekundære kilder. Vi ser at elevene har oftere lærerstyrt fremgangsmåten under praktisk eksperimentering enn når de henter informasjon fra bøker eller internett. På ungdomstrinnet er konsolidering vektlagt i større grad og av bedre kvalitet enn på barnetrinnet.

Vi har imidlertid sett få eksempler på undervisning som inkluderer alle tre faser av en utforsking. Å øke forståelse for forskjellen mellom de tre fasene og hvordan de henger sammen, vil kunne øke kvaliteten på utforskingene. I intervjuene sier mange lærere at de ser seg som tilretteleggere under utforskinger. Det er viktig å fremheve at til

rettelegging av utforskende undervisning består av ulike strategier, som at læreren tar nyanserte grep avhengig av den utforskende fasen elevene befinner seg i. For eksempel foreslår vi at lærerne i større grad kan oppfordre elevene til å utvikle egne spørsmål, prediksjoner, hypoteser og fremgangsmåter. Når det gjelder konsolideringer er det et utviklingspotensial, spesielt på barnetrinnet, til i større grad å knytte innsamlet data til teori og til å diskutere funn og implikasjoner.

I undervisningen ser vi at utforskingene oftere har som hensikt å utvikle begrepsforståelsen hos elevene, fremfor å utvikle utforskende ferdigheter og tenkemåter. Lærerne er lite eksplisitte når det gjelder å knytte undervisningen til naturvitenskapens egenart. Siden kjerneelementet *Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter* skal inkluderes i alle kompetansemål i LK20, ser vi et potensial for en mer eksplisitt integrering og vektlegging av aspekter ved naturvitenskap i utforskingene. Å ha kompetanse i naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter vil kunne styrke elevenes handlekraft.

I intervjuene fremhever lærerne at elevene lærer å stille spørsmål, finne ut ting på egen hånd, og ta utfordringer og ansvar når de gjør utforskinger. I videoene ser vi imidlertid at elevene i liten grad lager egne spørsmål og fremgangsmåter. Det kan derfor se ut som om det er et visst motsetningsforhold mellom lærernes intensjoner og det som faktisk skjer i naturfagsundervisningen. Dette vil bli drøftet i den kommende antologien.

4. KVALITETSTEGN I NATURFAGSUNDERVISNINGEN

LISSI utforsker kjennetegn ved norsk klasseromspraksis i naturfag. I tillegg til å undersøke utforskende undervisning, har vi sett på andre undervisningsdimensjoner som kjennetegner undervisning med god kvalitet. Vi har allerede sett hvordan lærere legger opp til utforskende undervisning for å engasjere elevene i naturvitenskapelige praksiser, og at de bruker utforskende elementer for å utforske naturvitenskapelig kunnskap knyttet til å forklare naturlige fenomener. I dette kapitlet ser vi på hvordan lærere tilrettelegger for elevdeltakelse slik at elevene i størst mulig grad deltar i læringsaktivitetene. Vi ser også på hvordan den naturfaglige kunnskapen er presentert for elevene, og hvordan undervisningen aktiverer elevene kognitivt. For å sikre et godt klassemiljø, regner vi klasseledelse av både elevenes atferd og tidsbruk i klasserommet som viktig.

Tilrettelegging for elevaktiviteter

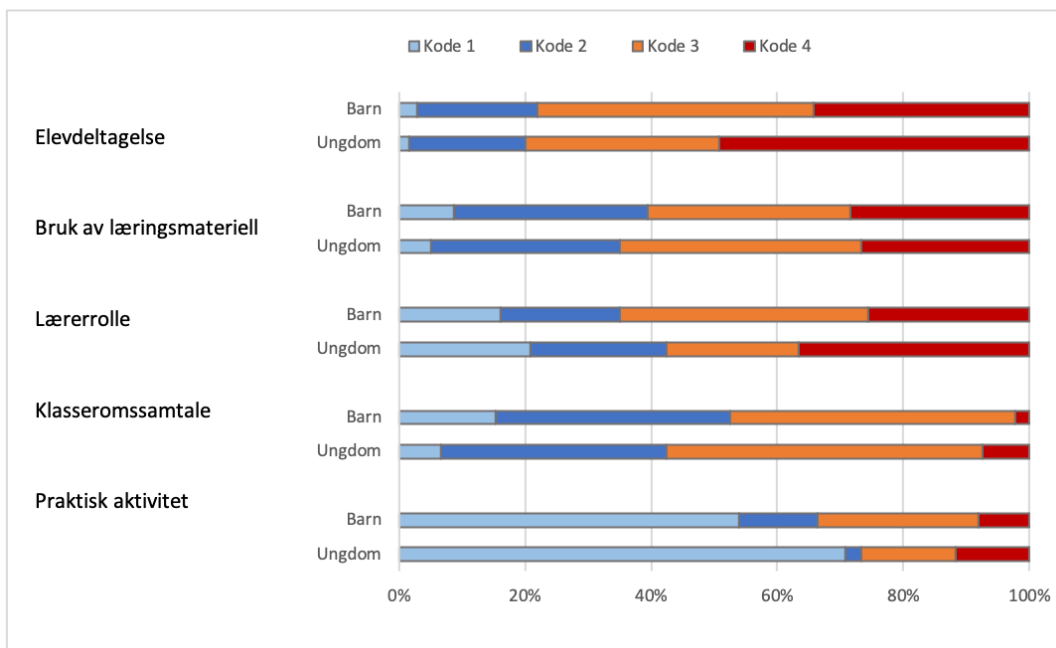
Vi har som nevnt brukt flere kategorier for å kartlegge hvordan det legges til rette for at elevene er aktive i sine læringsprosesser. Kategoriene er: *Elevdeltakelse*, *Bruk av læringsmateriale*, *Lærerrolle*, *Klasseromssamtale* og *Praktisk aktivitet*.

Naturfagstimene vi har undersøkt kjennetegnes ved generell høy grad av elevdeltakelse i læringsaktivitetene (*Elevdeltakelse*). Elevene er ofte involvert i diskusjoner, undersøkelser eller andre aktiviteter (kode 3), noe som tyder på at de tar aktiv del i sin egen læring. De er ikke nødvendigvis alltid fokusert på oppgaven, noe som skal til for å få kode 4, men storparten av elevene er aktive og fokuserte mange ganger i løpet av timen. Dette gjelder både for barnetrinn og ungdomstrinn, men ungdomstrinnet viser et høyere gjennomsnitt. Vi anser altså at det er betydelig evidens for at læringsaktiviteten gjennomføres med god kvalitet. (Se figur 4.1 for andel av de ulike

kodene.) Vi ser også at elevaktivitetene i stor grad er basert på at de aktivt bruker læringsmaterialer som objekter, bøker, nettsider, arbeidsark og liknende (kode 2). Elevene blir ofte bedt om å trekke slutninger eller forklare det de har sett og på den måten danne seg en forståelse av naturfaglige begreper og fenomener (kode 3 og kode 4 ved lengre tidsperiode) (*Bruk av læringsmateriale*). Dette kan henge sammen med at lærer ofte tar en veiledende rolle der han legger til rette for elevaktiviteter og samtaler mellom elevene (kode 3 og 4) og ikke setter seg selv i fokus (kode 1 og 2) (*Lærerrolle*).

Mange av de naturfaglige samtalene (*Klasseromssamtale*) mellom elever og/eller med lærer bærer preg av at elevenes ideer ofte blir plukket opp, utdypet og bygget videre på (kode 3 og 4), noe som borger for kvalitet i samtalene (jfr. Mercer, 1995). Samtalene er forankret i naturfaglig kunnskap og skaper et trygt og godt læringsmiljø. Dette veksler i noen grad med korte responser på elevenes innspill (kode 2). Figuren 4.1 viser at vi har observert noen flere muligheter for naturfaglige samtaler som bygger på elevenes ideer på ungdomstrinnet enn på barnetrinnet.

En annen side av tilrettelegging for elevdeltakelse i naturfag er praktiske aktiviteter der elevene bruker objekter utover materiale til lesing og skriving (kode 2), for eksempel elevforsøk på laboratoriet. Aktivitetene er ikke nødvendigvis utforskende, men de kan være eksplisitt knyttet opp mot læring av naturfaglige begreper (kode 3). For å få kode 4 må aktiviteten eksplisitt knyttes til forståelse av begrepet, noe som vi så sjeldnere. I figur 4.1 ser vi at gjennomsnittet for denne kategorien er lavere enn de andre, noe som er naturlig fordi kode 1 indikerer at det ikke gjøres noen praktisk aktivitet. På barnetrinnet har ca. halvparten av de kodede segmentene praktisk arbeid, og på ungdomstrinnet er det bare ca. en fjerdedel. Hvis vi tar bort kode 1 (altså bare ser på segmentene med praktisk arbeid) er gjennomsnittet av kodene på barnetrinnet 2,9, og på ungdomstrinnet er det 3,3 (dvs. at lite undervisning er kodet 2). Dette indikerer at kvaliteten på de praktiske aktivitetene som gjøres er god, altså at aktivitetene knyttes til læring av naturfaglige begreper, og at elevene knytter aktiviteten til læringen. Undervisning med praktisk aktivitet er beskrevet nærmere i kapittel 5.



Figur 4.1. Koderesultater for tilrettelegging for elevaktiviteter i alle videoklasser. Alle segmenter på 15 min er kodet for kodene 1-4 i de fem involverte kategoriene. 1-2 indikerer et lavt kvalitativt nivå og 3-4 indikerer et høyt nivå.

Faglig fordypning

For å se på den delen av undervisningen som fokuserer på den naturfaglige kunnskapen har vi sett på bruk av naturfaglig språk, måten faget blir formidlet på og hvordan man gir tilbakemeldinger til elevene. Se figur 4.2 for oppsummering av resultater fra koding av videoobservasjoner.

Undervisningen i de observerte naturfagstimene kjennetegnes ved at lærere i stor grad bruker fagbegreper (*Bruk av faglig språk*). Lærerne introduserer, fremkaller, inkluderer og understreker fagbegreper ofte (kode 3). På ungdomstrinnet blir det noe mer gjennomgående og eksplisitt fokusert på fagbegreper og det gis mange muligheter for elevene til å bruke begrepene (kode 4). På barnetrinnet blir fagbegrepene i noe større grad brukt uten å introdusere eller forklare dem (kode 2).

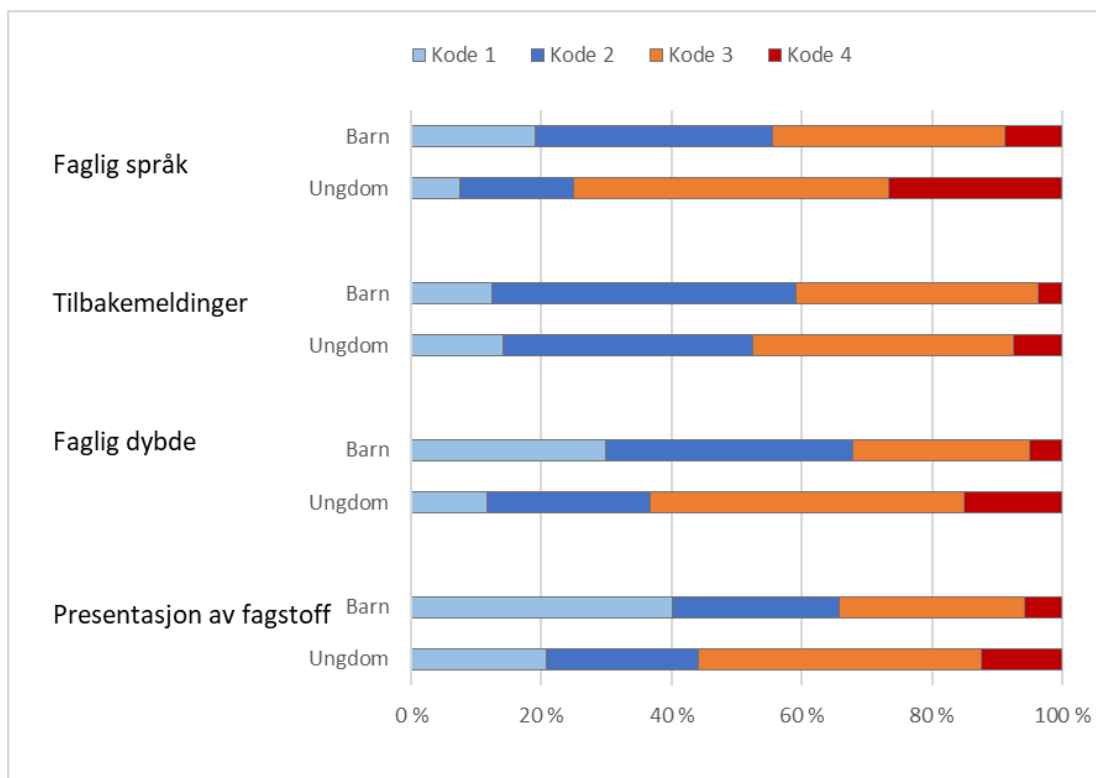
Måten lærerne presenterer fagstoff til elevene på varierer en god del med hensyn til hvilken undervisningsform det er lagt opp til. For eksempel er det ikke naturlig at lærerne presenterer fagstoff i noen særlig grad når undervisningen har utforskende elementer, siden elevene ofte skal belyse og forklare fagstoffet selv. Da gis det ofte kode 1. Når læreren presenterer fagstoff utdypes naturfaglige begreper som oftest korrekt og presist ved bruk av hensiktsmessige eksempler og representasjoner (kode

3). Eventuelle misforståelser av fagstoffet blir vanligvis forsøkt oppklart, men det er sjeldnere begreper blir nyansert, eller at læreren kommer med eksempler for å skille mellom begreper og tema (kode 4). Det var imidlertid enkelte lærere som brukte strategier som begrepsvegg for å hjelpe med begrepslæringen. Ikke uventet presenterte lærerne på ungdomstrinnet fagstoff oftere og noe mer presist enn lærere på barnetrinnet. (Når kode 1 tas bort er gjennomsnittet for barnetrinnet 2,6 og for ungdomstrinnet 2,9.)

For å si noe om faglig dybde ser vi på en kombinasjon av elevenes begrepsforståelse og lærernes presentasjon av fagstoffet. Vi observerte oftere at undervisningen hadde en god faglig dybde på ungdomstrinnet enn på barnetrinnet. Stoffet læreren presenterte var faglig godt fundert samtidig som det ble satt inn i en større sammenheng (kode 3 og 4), og elevene viste at de kunne bruke fagbegreper i riktig kontekst eller i sammenheng med andre begreper (kode 3). For å få kode 4, må begrepene kunne brukes i nye sammenhenger, for eksempel om innsamlede empiriske data. På barnetrinnet var det en mye større variasjon i hvordan lærerne presenterte stoffet og elevenes begrepsforståelse.

Lærerne på både barnetrinn og ungdomstrinn gir vekslende tilbakemeldinger til elevene. Tilbakemeldingene er ofte knyttet til instruksjoner om hvordan de skal utføre oppgaven de arbeider med (kode 2). Dette gjelder i særlig grad praktiske oppgaver, for eksempel når elevene gjør laboratorieforsøk. De er sjeldnere knyttet til det faglige innholdet i det praktiske arbeidet (kode 3), og tilbakemeldingene fokuserer sjeldnere på å oppklare misforståelser i elevarbeidene (kode 4).

Eksempel 4.1 illustrer en time med høy grad av elevdeltakelse og høyt naturfaglig nivå.



FIGUR 4.2. Koderesultater for faglig fordypning i alle videoklasser. Alle segmenter på 15 min er kodet for kodene 1-4 i de fem involverte kategoriene. 1-2 indikerer et lavt kvalitativt nivå og 3-4 indikerer et høyt nivå.

Eksempel 4.1. Kontekstbasert undervisning med høy grad av elevdeltakelse.

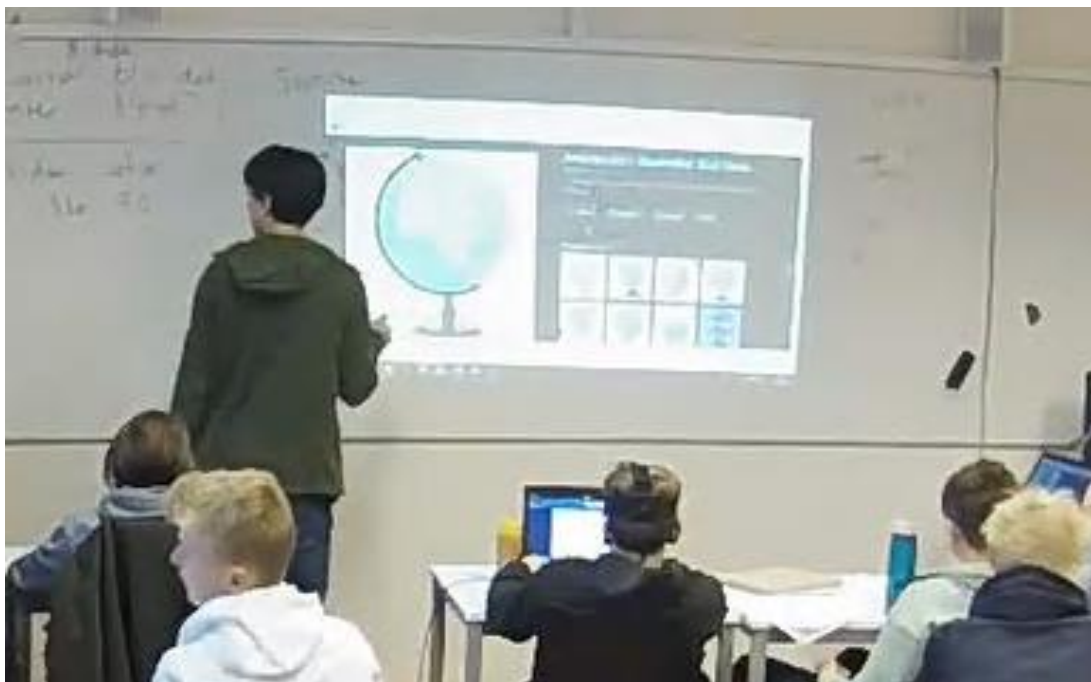
Vi har valgt ut dette eksemplet for å se nærmere på undervisning på 8. trinn hvor en lærer utfordrer elevene gjennom flere åpne spørsmål, og setter fagstoffet inn i en større kontekst. Undervisningen kodes høyt for flere av kategoriene vi i kapittel 6 definerer som tilrettelegging for dybdelæring, og kan knyttes til kunnskapsdimensjonen omtalt i innledningskapitlet.

Hovedtemaet i timen bygger på en erfaring som læreren har gjort samme morgen, nemlig at det er vinter og kaldt. Læreren tar utgangspunkt i denne observasjonen og spør elevene hvorfor vi har årstider med varierende temperaturer. Elevene får snakke sammen i par og komme med mulige hypoteser. En hypotese som kommer frem er at jorda er nærmere sola om sommeren, og av den grunn er det varmere. Læreren tar opp en modell på PC-en av jorda og sola og viser at sola faktisk er nærmere jorda om vinteren. Han ber elevene tenke seg om på nytt, og de snakker om hvilke erfaringer de har om solas plassering på himmelen om sommeren og om vinteren.

Læren viser så en animasjon som illustrerer at jorda har en skeiv rotasjonsakse i forhold til sola. Etter flere runder med parsnakk kommer de frem til at det er vinkelen solstrålene treffer jorda med, som er avgjørende for hvor stort område som bestråles og temperaturen på jorda. Læreren viser til en analogi fra dagliglivet om at vi kan smøre en viss mengde sjokoladepålegg som et tykt lag på en brødslike, men laget blir tynnere om vi fordeler pålegget på flere skiver. Læreren viser også til at sola står mer rett på jorda ved ekvator hvor det er varmt hele året, men er mer skrått på i Norge hvor vi har større årstidsvariasjoner.

I undervisningen tas det også opp spørsmål om hva som gjør at sola lyser og er så varm. Etter parsnakk repeterer elevene det de husker om fusjonsprosesser i sola og at det utvikles energi. I slutten av timen oppsummerer læreren de viktigste poengene fra timen på tavla. Læreren bruker fagbegreper og stiller mange åpne spørsmål til elevene om årsaken til at vi har årstidsvariasjoner her i Norge, og hvordan jorda roterer i forhold til sola. Elevene snakker sammen i små grupper, bruker tidligere kunnskap og lærebok/internett til å finne svar på spørsmålene som etterpå tas opp i hel klasse. Av den grunn er kategorier som faglig språk og klasseromssamtale kodet på den øvre delen av skalaen. Læreren bruker modeller og analogier aktivt når han presenterer fagstoff, og vi har derfor kodet høyt for kategorien *Presentasjon av fagstoff*.

Ulike aspekter rundt fenomener og dagliglivet trekkes ofte inn i undervisningen, og elevene forstår fagstoffet ut fra hvordan jorda er plassert i forhold til sola. Av den grunn har vi kodet høyt for kategoriene forbindelse til tidligere kunnskap og faglig dybde. Spørsmålene som læreren stiller er utfordrende, og elevene må bruke erfaringer fra dagliglivet og sekundære kilder for å argumentere for påstandene sine. Vi har derfor kodet høyt for kategoriene *Intellektuell utfordring*. Dette er et eksempel på undervisning hvor læreren i stor grad tilrettelegger for elevdeltakelse, og hvor elevene utfordres intellektuelt. Undervisningen fokuserer på faglig forståelse og sammenhenger i dagliglivet, noe som kan føre til dybdelæring hos elevene.



Undervisning om hvordan jorda roterer i forhold til sola.

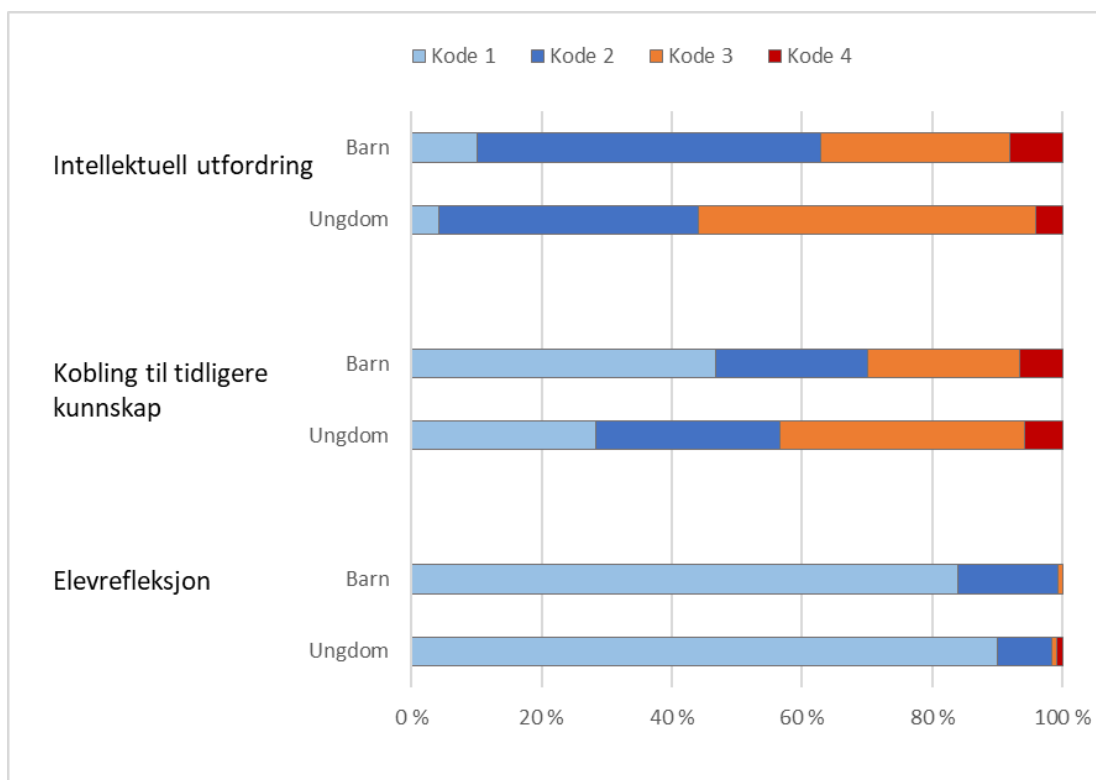
Kognitiv aktivering

Intellektuell utfordring, Aktivering av forkunnskaper og Elevenes refleksjoner av egen læring er alle deler av dimensjonen kognitiv aktivering, og er sentrale aktiviteter i forhold til å tilegne seg naturfaglig kunnskap. Resultatene fra kodingen av disse kategoriene ser vi i figur 4.3.

Når lærerne vi har observert legger til rette for aktiviteter til elevene, varierer det hvor utfordrende aktivitetene er (*Intellektuell utfordring*). Lærere fra både barnetrinn og ungdomstrinn oppfordrer til en viss grad elevene underveis i timene til å analysere, tolke, trekke slutninger eller komme med ideer om det de holder på med (kode 3). Dette veksler med spørsmål og kommentarer som fokuserer på å gjenkjenne og huske begreper, eller fokuserer på prosedyrer i ellers utfordrende oppgaver (kode 2). Mindre utfordrende oppgaver forekommer i litt større grad på barnetrinnet. Å oppfordre elevene til analytisk og slutningsbasert tenkning på høyt nivå, inkludert å komme med og vurdere ideer og informasjon og/eller begrunne svar og slutninger (kode 4), forekommer sjelden og bare hos enkelte lærere på begge trinn.

Når det var naturlig i undervisningssegmentene vi observerte, ble elevene bedt om å aktivere forkunnskapene sine knyttet til temaet for timen (kode 2). Det kunne være tidligere fagkunnskap og/eller personlige erfaringer. Hvordan ny kunnskap fra dagens undervisningsøkt ble koblet til tidligere kunnskap var ikke alltid like tydelig. Men litt over halvparten av tilfellene viste tydelige nok forbindelser mellom tidligere kunnskap og dagens økt som kunne bidra til at elevene forsto det nye fagstoffet (kode 3). Det var imidlertid sjeldent dette ble gjort på en eksplisitt måte (kode 4).

Det at elever reflekterer over hva de har lært og hva de har forstått (kode 3), er regnet som en meget god læringsstrategi (*Elevrefleksjon*). Dette så vi sjeldent i de videoobservasjonene vi gjorde. Det hendte at elevene ble bedt om å gjengi hva timen handlet om (kode 2), men vi så eksplisitt nesten ikke at de kunne forklare hva de har forstått, knytte det til nye sammenhenger eller tenke over hvordan de har lært (kode 4). Her kan det synes å ligge et stort forbedringspotensial hos mange lærere – både på barnetrinn og ungdomstrinn.

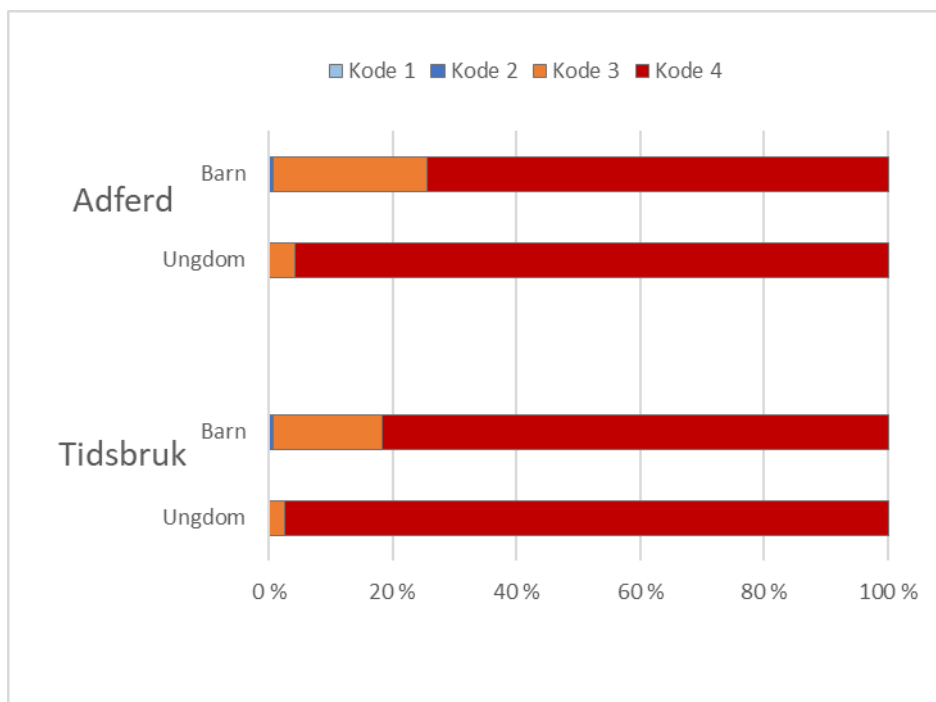


Figur 4.3. Koderesultater for kognitiv aktivering i alle videoklasser. Alle segmenter på 15 min er kodet for kodene 1-4 i de fem involverte kategoriene. 1-2 indikerer et lavt kvalitativt nivå og 3-4 indikerer et høyt nivå.

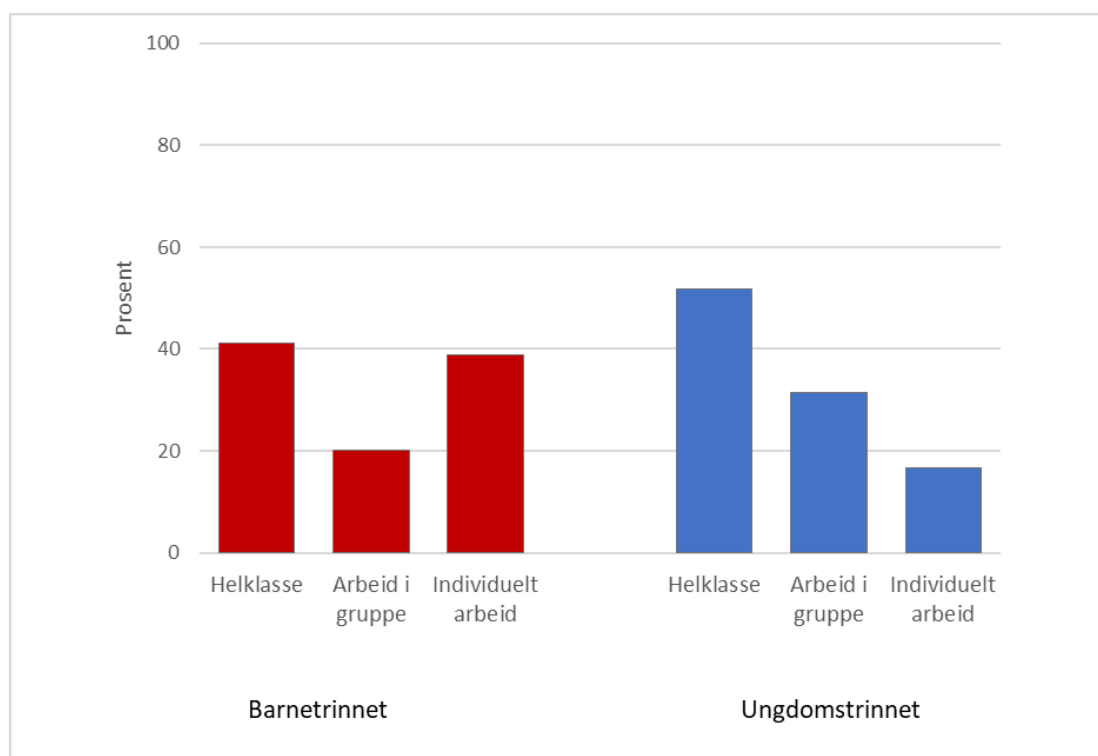
Klasseledelse

Denne dimensjonen handler om å skape et godt arbeidsmiljø for klassen, og beskriver hvordan læreren arbeider med organiseringen av klasserommet og hvordan undervisningstiden benyttes til naturfaglige aktiviteter (figur 4.4 og 4.5).

Klasserommene vi observerte på begge trinn var så å si alltid velorganiserte. Det var ingen eller nesten ingen forstyrrelser eller avbrytelser som hindret læring. Reaksjoner knyttet til elevenes atferd var klare og konsistente (kode 3 og 4). Undervisningen hadde god flyt, og det var lite tid som gikk bort til utenomfaglige aktiviteter. Lærerne observerte elevene og justerte tidsbruken på oppgaver deretter. Overganger mellom aktivitetene fløt greit og effektivt, og krevde lite tilrettelegging fra lærer (kode 3 og 4).



Figur 4.4. Koderesultater for klasseledelse i alle videoklasser. Alle segmenter på 15 min er kodet for kodene 1-4 i de fem involverte kategoriene. 1-2 indikerer et lavt kvalitativt nivå og 3-4 indikerer et høyt nivå.



Figur 4.5. Koderesultater for organisering av undervisning i alle videoklasser. Alle segmenter på 15 min er kodet for om det var mest helklasse-, gruppe- eller individuelle arbeidsformer.

Organiseringen av klassene viste seg å være veldig variert. Denne kategorien viser i hvilken grad undervisningsøktene var organisert i helklasseundervisning, arbeid i grupper eller i individuelt arbeid og har ingen kvalitetskoder. Noe overraskende ser vi at undervisningen vi observerte på barnetrinnet har mer individuelt arbeid enn på ungdomstrinnet. Dette vil vi undersøke nærmere i kommende antologi. Det er også interessant at det er ikke er så stor overvekt av helklasseundervisning, men tydelig veksling mellom arbeidsformer. Dette er et annet bilde enn det som kom frem i en tilsvarende videostudie fra 2005 (PISA+) som viste stor overvekt av helklasseundervisning på ungdomstrinnet (Ødegaard & Arnesen, 2010). Det kan tyde på at naturfagsundervisningen har endret karakter under LK 2006.

Oppsummering

Oppsummert kan vi si at undervisningen vi har observert i naturfag har hatt god kvalitet. De fleste lærere hadde undervisning som av og til kodet for 3 eller 4 på de fleste kategorier omtalt her. Det vil si at lærerne stort sett evnet å bruke gode undervisningsstrategier når det passet i forhold til undervisningen. Vi vil særlig trekke frem at lærere i stor grad legger opp til mye elevaktivitet og at elevene som oftest er svært aktive og engasjerte i sin læring. Trykket på fagbegreper og begrepslæring er relativt stort, særlig på ungdomstrinnet. Imidlertid er det rom for forbedring når det gjelder å få elevene til å reflektere over sin egen læring.

Når vi sammenlikner våre funn fra ungdomstrinnet med beslektete studier fra andre fag (Linking Instruction and Student Assessment (LISA)) ser vi at det for naturfag er gjennomgående høyere kodegjennomsnitt enn for matematikk og norsk (Klette et al., 2017). Dette gjelder for tilsvarende kategorier fra PLATO-manualen (Grossman, Loeb, Cohen, & Wyckoff, 2013): *Klasseromssamtale*, *Presentasjon av fagstoff*, *Tilbakemelding*, *Intellektuell utfordring* og *Kobling til tidligere kunnskap*. Det kan være flere årsaker til dette, noe som vil bli utdypet i kommende antologi.

5. PRAKTISKE AKTIVITETER I NATURFAG

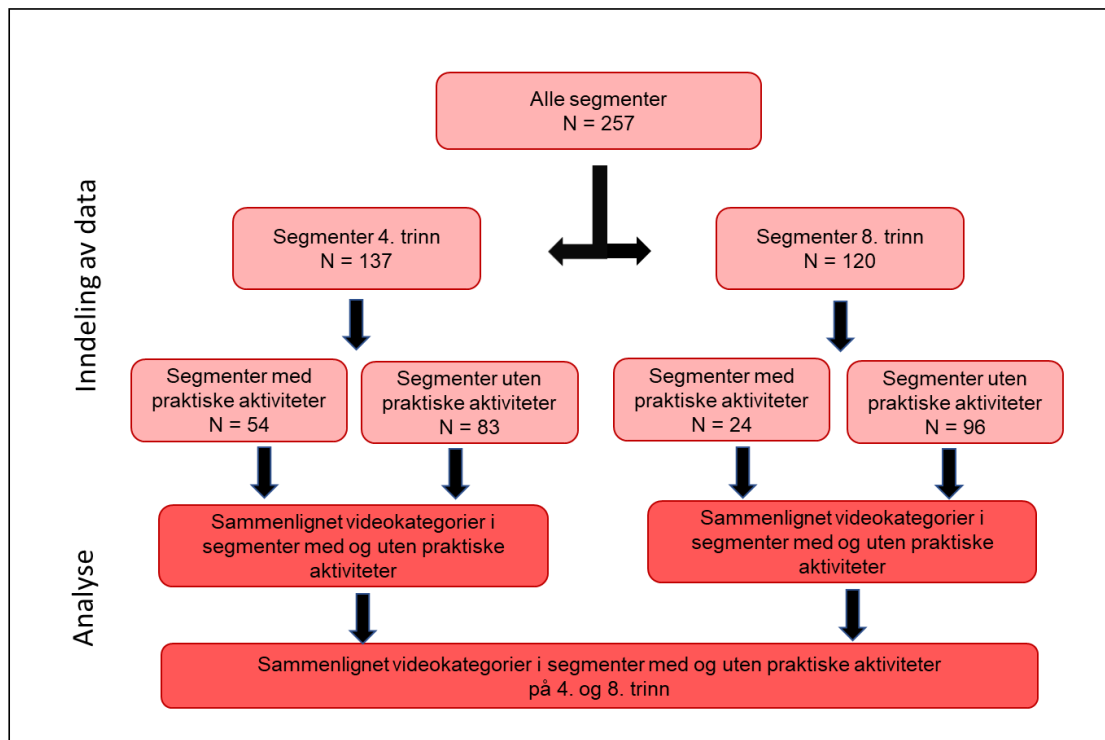
I dette kapitlet ønsker vi å se nærmere på hvordan lærerne i LISSI-prosjektet bruker praktiske aktiviteter i undervisningen. Et overordnet formål er å undersøke hva som kjennetegner undervisning som inneholder praktiske aktiviteter, men vi ønsker også å undersøke frekvensen av praktiske aktiviteter i datamaterialet og om det er ulik bruk på barne- og ungdomstrinnet.

Med praktisk aktivitet i naturfag mener vi undervisning der elevene observerer eller manipulerer objekter, materialer eller jobber praktisk med naturfaglige fenomener. Praktisk arbeid er et begrep som blir brukt på ulike måter i forskningslitteraturen (Ferreira & Morais, 2020). Vi har valgt å definere praktisk arbeid tett opp mot definisjonen til Millar (2010): «any science teaching and learning activity in which the students, working individually or in small groups, observe and/or manipulate the objects or materials they are studying». Dette er en relativt smal definisjon av praktisk arbeid. Det finnes andre definisjoner som er bredere, for eksempel inkluderer Lunetta, Hofstein & Clough (2007) arbeid med sekundære data (for eksempel fra bøker og internett) som praktisk arbeid. Selv om vår definisjon av praktisk arbeid er smal, er det likevel mange arbeidsmåter som faller inn under begrepet praktiske aktiviteter. Eksempler på dette er å gjøre kjemiforsøk, lage fysiske modeller av naturvitenskapelige fenomener, gjøre feltarbeid eller bruke rollespill for å illustrere naturfaglige fenomener. I likhet med Abrahams & Reiss (2012) har vi valgt ikke å inkludere bruk av nettbrett eller datamaskin som praktisk arbeid. Selv om det å jobbe virtuelt med objekter og materialer eller jobbe med tekst kan være svært verdifullt i naturfag, har vi valgt å utelukke dette fordi det kan være vanskelig å skille hvilke typer digitale aktiviteter som kan inkluderes som praktisk arbeid.

Praktiske aktiviteter står sentralt i naturfagsundervisningen, blant annet fordi arbeid med fysiske objekter kan øke elevenes forståelse for naturfaglige fenomener, og at det

å jobbe praktisk kan gi økt interesse for naturfaget (Bennet, 2003; Hofstein, 2017; Millar, 2010; Sharpe & Abrahams, 2020). Imidlertid er ikke denne sammenhengen mellom praktisk arbeid og teori noe som oppstår automatisk. Millar (2010) påpeker at refleksjon underveis står sentralt dersom elevene skal oppnå faglig kunnskap når de arbeider praktisk, og Abrahams (2009) hevder at interessen for naturfag gjennom praktisk arbeid ofte avtar når aktiviteten er avsluttet. Det er imidlertid et behov for mer forskning på hvordan praktisk arbeid kan bidra til elevers engasjement og interesse for faget, som igjen vil kunne bidra til å utvikle forståelse for naturvitenskapelige begreper, forklaringer, modeller og teorier (Millar, 2010; Sharpe & Abrahams, 2020).

I LISSI-studien har vi gjennomført videoanalyser av et stort antall undervisningsøkter med praktiske aktiviteter. For å se om det er vesentlige forskjeller på undervisning med og uten praktiske aktiviteter, undersøkte vi observasjonsdata for følgende dimensjoner av undervisningskvalitet: tilrettelegging for elevdeltakelse, faglig fordypning, kognitiv aktivering og klasseledelse. LISSI-observasjonsmanualen som ble benyttet i videoanalysen beskriver hvilke kategorier de ulike dimensjonene består av, og hvordan de enkelte kategoriene er kodet (se vedlegg A). Ut fra observerbare trekk ble hver kategori gitt koder fra 1 til 4, hvor 1 viser til manglende bevis og 4 viser til sterke bevis for den aktuelle kvaliteten. Vi brukte kategorien *Praktisk arbeid* for å dele inn datamaterialet i segmenter som inneholder praktiske aktiviteter, og segmenter som ikke gjorde det, se figur 5.1. Segmenter der hele eller deler av undervisningstiden bestod i at elevene jobbet med praktiske aktiviteter, ble kodet som praktisk arbeid. Det vil si at segmentene som ble kodet til å inneholde praktiske aktiviteter kunne ha et kort innslag av en praktisk aktivitet, eller hele segmentet kunne bestå av en praktisk aktivitet. For å kunne vurdere forskjellen mellom segmenter med og uten praktiske aktiviteter, har vi analysert dataene med deskriptiv statistikk.



Figur 5.1. Oversikt over hvordan videodataene er systematisert og hvilke data som er sammenliknet i analysen.

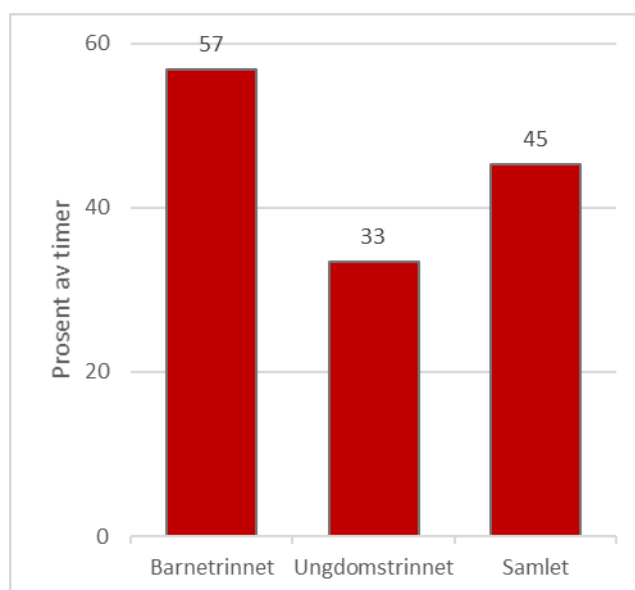
Høy andel praktiske aktiviteter i de observerte klassene

Praktiske aktiviteter er en vanlig arbeidsform i naturfag. Dette kjennetegner også de klassene som er med i denne studien. Som figur 5.1 viser, var det et betydelig antall segmenter som inneholdt praktiske aktiviteter. Aktivitetene spenner fra påvisning av gasser i laboratoriet, til bygging av broer og filmproduksjon, se tabell 5.1.

Tabell 5.1. Oversikt over praktiske aktiviteter i de observerte klassene.

Barnetrinnet		Ungdomstrinnet	
Tema	Praktisk aktivitet	Tema	Praktisk aktivitet
Smakssansen	Smake på ulike stoffer	Grunnstoffer, periodesystemet	Lage molekylmodeller med byggesett
Konstruksjoner og modeller	Bygge broer av papir	Kjennetegn på kjemiske reaksjoner	Utføre ulike kjemiske reaksjoner
Bærekraftige byer	Bygge hus av tre og papp til ulike bymiljø	Kjemi, gasser	Påvise ulike gasser
Kjemiske blandinger	Lage brus og utforske limblandinger	Ionebindinger	Studere saltkrystaller i lupe
Utdødde dyregrupper	Lage dinosaurer av plastilina	Bærekraftig forbruk	Lage videofilm om eget forbruk

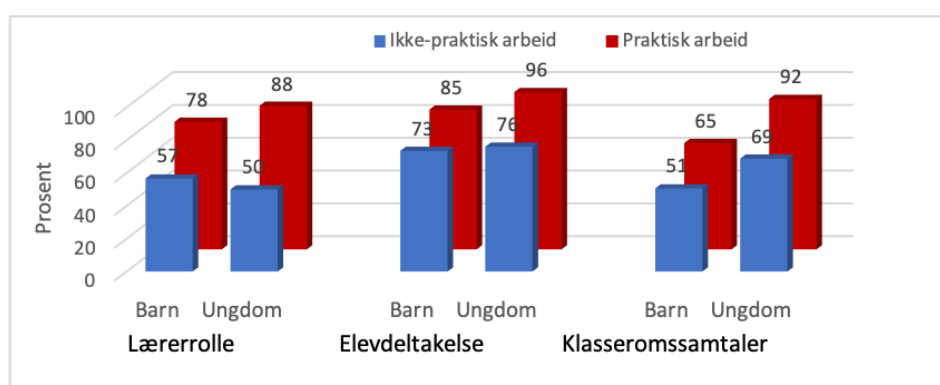
Når vi ser på dataene per time, er det samlet sett innslag av praktisk arbeid i 45 % av timene, se figur 5.2. Dette tyder på at den praktiske delen av faget vektlegges i klassene vi observerte. Det var betydelig mer praktisk arbeid på barnetrinnet enn på ungdomstrinnet. Det var imidlertid store forskjeller mellom klassene. Noen klasser hadde praktiske aktiviteter i nesten alle timene, mens andre klasser ikke gjennomførte noen praktiske aktiviteter i de observerte timene. Ettersom denne analysen bygger på et tilfeldig utvalg av 4 timer videofilm per klasse, er det usikkert om de timene vi har filmet er representativ for undervisningen i de ulike klassene.



Figur 5.2. Prosentandel av timer med praktisk arbeid i de observerte klassene.

Praktiske aktiviteter fremmer elevdeltakelse

Dimensjonen tilrettelegging for elevdeltakelse består av fem kategorier. Her har vi valgt å vise resultater for tre av kategoriene: *Lærerrolle*, *Elevdeltakelse* og *Klasseromssamtale*. For disse tre kategoriene var det størst forskjell mellom undervisning med og uten praktiske aktiviteter. Høy kode (3 og 4) på disse kategoriene indikerer at elevene deltar aktivt i undervisningen. Når vi sammenlikner segmenter med og uten praktiske aktiviteter, ser vi at alle kategoriene har større prosentandel med høye koder for segmenter med praktiske aktiviteter, se figur 5.3. Dette viser at praktiske aktiviteter i naturfagstimene ser ut til å fremme elevdeltakelse på begge trinn, men spesielt på ungdomstrinnet.



Figur 5.3. Prosentandel segmenter som er kodet i øvre delen av skalaen (3 og 4) for tre av kategoriene i dimensjonen tilrettelegging for elevdeltakelse. Resultatene er gitt for segmenter med og uten praktiske aktiviteter i de observerte klassene.

Kategorien *Lærerrolle* undersøker om undervisningen er lærersentrert, eller om læreren fungerer mer som en tilrettelegger. Både for barne- og ungdomstrinnet er det betydelig flere segmenter som er i den øvre delen av skalaen (kode 3 og 4) når det er praktiske aktiviteter. Ved høy kode legger læreren ofte til rette for elevaktiviteter og elevsamtaler. Når elevene gjennomfører elevaktiviteter vil undervisningen bli mindre lærersentrert, og dette vil innvirke på kodingen av denne kategorien.

Kategorien *Elevdeltakelse* undersøker om elevene er aktive i læringsprosessen. Høy kode på denne kategorien innebærer at elevene er tydelig fokuserte, og deltar aktivt i diskusjoner, undersøkelser eller andre aktiviteter. Høye koder for *Elevdeltakelse* er gjennomgående i datamaterialet. Når vi ser på segmenter med praktisk aktivitet, har disse høyere prosentandel av høye koder enn segmentene uten praktisk aktivitet, spesielt på ungdomstrinnet. Dette tyder på at flertallet av elevene er aktive og mer

fokuserte på arbeidsoppgavene når de arbeider praktisk. Det kan være enklere å observere at elevene er aktive i læringsprosessen når det arbeides praktisk i timene, noe som kan medføre at kategorien *Elevdeltakelse* oftere kan få høyere koder i segmenter med praktiske aktiviteter enn segmenter uten. Men for å få høy kode kreves det også at elevene skal være tydelig fokusert på arbeidsoppgaven.

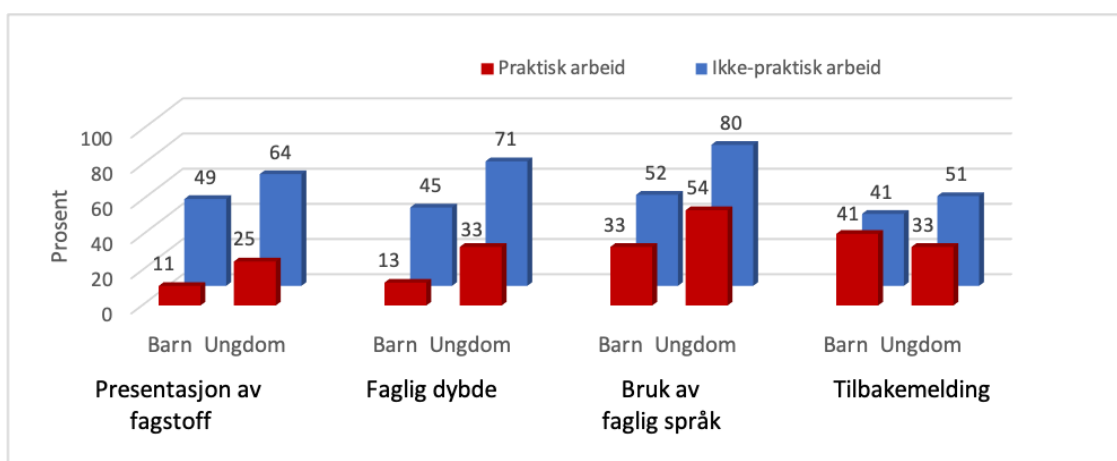
Kategorien *Mulighet for elevsamtale* undersøker kvaliteten på, og tiden som brukes til, naturfagrelaterte samtaler mellom lærer og elev eller elev-elevsamtaler. Høy kode (3 og 4) gis for segmenter der det er mer enn 5 minutter med naturfagrelaterte samtaler mellom lærer og elever, eller elev-elevsamtaler i hvert segment. Samtalen styres av åpne spørsmål. Både på barne- og ungdomstrinnet har en større prosentandel av segmentene med praktiske aktiviteter, fått høye koder sammenliknet med segmentene uten praktiske aktiviteter. Dette tyder på at elevene i vår studie i større grad deltar aktivt i faglige diskusjoner i forbindelse med praktiske aktiviteter enn i annen type undervisning.

Vektlegging av fagkunnskaper i forbindelse med praktisk arbeid

Dimensjonen faglig fordypning inneholder følgende fire kategorier: *Presentasjon av fagstoff*, *Faglig dybde*, *Bruk av faglig språk* og *Tilbakemelding*. Kategoriene er knyttet opp mot hvordan fagstoffet presenteres og undervises. For alle fire kategorier har segmenter uten praktiske aktiviteter en større prosentandel høye koder (3 og 4) enn segmenter med praktiske aktiviteter, både på barne- og ungdomstrinnet. Det eneste unntaket er *Tilbakemelding* på barnetrinnet, se figur 5.4. For flere av kategoriene er det betydelige forskjeller i andelen høye koder. Dette viser at lærerne i mindre grad vektlegger faglig forståelse når elevene gjennomfører praktiske aktiviteter. I tilknytning til en praktisk aktivitet kan det både være et for- og etterarbeid hvor elevene ikke jobber praktisk, men arbeider med det faglige knyttet til den praktiske aktiviteten. Siden vi kun har analysert segmenter som inneholder praktiske aktiviteter, kan vi bare si noe om hvordan fagstoffet behandles når elevene gjennomfører praktiske aktiviteter.

Kategorien *Faglig dybde* består av to underkategorier, *Lærerpresentasjon* og *Elevkunnskap*. Denne gir informasjon om i hvilken grad læreren presenterer fagstoffet med dybde og setter det i en større sammenheng, samtidig som den beskriver elevens begrepsforståelse. Kategorien *Presentasjon av fagstoff* fanger opp om fagstoffet presenteres korrekt, og om det er forståelig for elevene. For kategoriene *Faglig dybde*

og *Presentasjon av fagstoff* er det en mye større andel høye koder for segmenter med praktiske aktiviteter på begge trinn, se figur 5.4. For barnetrinnet har hele 74 prosent av segmentene med praktiske aktiviteter fått kode 1 for kategorien *Presentasjon av fagstoff*. Kode 1 gis når læreren ikke gir noen presentasjon av faglig innhold eller presentasjonen er preget av feil eller mangler. På ungdomstrinnet ble 38 prosent av segmentene med praktiske aktiviteter gitt kode 1 på denne kategorien. Vi antar at det i de fleste tilfelle er gitt kode 1 fordi det ikke presenteres noe faglig innhold under den praktiske aktiviteten. Det at det ikke presenteres noe faglig innhold i en del av segmentene med praktisk aktivitet er naturlig, siden elevene er opptatt med å gjennomføre den praktiske aktiviteten. På en annen side har da læreren en gyllen mulighet til å gå rundt og hjelpe elevene med å forstå det faglige innholdet av aktiviteten. Våre data tyder på at dette i liten grad skjer.



Figur 5.4. Prosentandel segmenter som er kodet i øvre delen av skalaen (3 og 4) for dimensjonen *faglig fordypning*. Resultatene er gitt for segmenter med og uten praktiske aktiviteter i de observerte klassene.

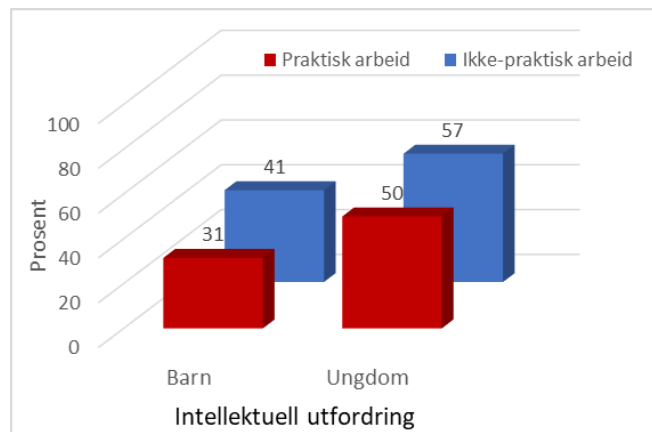
Kategorien *Bruk av faglig språk* gir innblikk i hvordan læreren introduserer og forklarer begreper, og om det legges opp til at elevene får mulighet å bruke disse. For denne kategorien er det både på barne- og ungdomstrinnet betydelig større prosentandel med høye koder for segmenter uten praktiske aktiviteter. Dette viser at under praktiske aktiviteter er det langt mindre bruk av fagord og begreper enn i annen undervisning.

Kategorien *Tilbakemelding* gir informasjon om kvaliteten på tilbakemeldinger som elever får når de bruker naturfaglige ferdigheter, begreper eller strategier. På ungdomstrinnet er det en større prosentandel høye koder (3 og 4) for segmenter med

praktiske aktiviteter, mens det på barnetrinnet er lik prosentandel høye koder for segmenter med og uten praktiske aktiviteter. I de observerte klassene har lærerne mindre fokus på den faglige forståelsen når det gjennomføres praktiske aktiviteter, sammenliknet med annen undervisning. Vi ser imidlertid noen gode eksempler på praktiske aktiviteter med korrekt og presis presentasjon av fagstoff, godt fagspråk og konstruktive faglige tilbakemeldinger, se eksempel 5.1. I dette eksemplet ser vi også at elevene utfordres kognitivt ved å analysere og tolke data.

Forskjellen i prosentandel med høye koder på kategoriene knyttet til faglig fordypning tyder på at lærerne i vår studie i mindre grad bruker tid på å forklare fagstoffet underveis i aktiviteten. For noen typer praktiske aktiviteter, slik som for utforskende aktiviteter eller åpne aktiviteter, kan det være naturlig at læreren ikke forklarer det faglig underveis i aktiviteten, siden elevene selv skal finne svar på et spørsmål. I vår studie fant vi derimot få slike arbeidsmåter, så dette kan ikke forklare hele denne observerte forskjellen for disse kategoriene.

Kategorien *Intellektuell utfordring* gir informasjon om i hvilken grad elevene utfordres kognitivt i undervisningen. I klassene vi har studert ser vi relativt liten forskjell på undervisning med og uten praktisk arbeid med hensyn til hvor kognitivt krevende undervisningen er, se figur 5.5. Dette viser at når det gjennomføres praktiske aktiviteter er det kognitive nivået forholdsvis likt med annen undervisning. For at *Intellektuell utfordring* skal kodes til nivå 3, kreves det at elevene oppfordres til å analysere, tolke eller å trekke slutninger i mer enn halve segmentet på 15 minutter. Når elevene arbeider praktisk kan mye av tiden gå med til å gjennomføre selve aktiviteten, noe som kan gjøre at det blir mindre tid til å analysere, tolke og trekke slutninger.



Figur 5.5. Prosentandel segmenter som er kodet i øvre delen av skalaen (3 og 4) for kategorien Intellektuell utfordring. Resultatene er gitt for segmenter med og uten praktiske aktiviteter i de observerte klassene.

Eksempel 5.1. Praktisk aktivitet med høye koder for kategorier innenfor dimensjonen faglig fordypning.

Over to segmenter i denne timen jobber elevene på 4. trinn med å teste ulike limtyper de har laget. De to segmentene ble kodet slik:

Segment	Presentasjon av fagstoff	Faglig dybde	Bruk av faglig språk	Tilbake-meldinger	Intellektuell utfordring
1	4	2	3	3	2
2	3	4	3	3	3

Elevene har i en tidligere time laget ulike typer lim og limt bønner på ark. Lærer starter med å minne elevene på hva de jobbet med i siste time. Deretter bruker læreren mye tid på å diskutere sentrale begreper med elevene. Lærer stiller åpne spørsmål, elevene får god tid til å tenke og flere elever får komme med sine forklaringer. Lærer spør blant annet: «Er det noen som kan forklare meg hva en egenskap er?», «Det andre vi jobbet med var ordet materiale. Hva er materiale? Hvordan skal vi forklare det ordet?» og «Hvordan kan vi forklare ordet bevis? Det er kanskje et vanskelig ord å forklare til noen.»

Elevene tester så ut de ulike typene lim ved å snu på arkene med limte bønner og telle hvor mange som blir igjen. Det praktiske tar kort tid. Men elevene er entusiastiske under testingen. Lærer ber så elevene forklare hvilket lim som fungerte best. Elevene svarer at mel og vann fungerte best. Så trekker læreren inn fagbegrepene igjen, og vi får følgende dialog:

L: «I forhold til det vi snakket om i stad, å finne bevis. Kan vi putte det ordet inn her noen plass? Hvordan kan vi eventuelt gjøre det?»

E: «Vi kan ta arket med mel pluss vann, og hente det og ta bilde av det.»

L: «Hva beviser vi da?»

E: «At det virket.»

L: «At hva virket?»

E: «At mel og vann virket som lim.»

Dialogen fortsetter med at en elev påpeker at det er bevis for at maisenna og vann ikke fungerte som lim. Så sier en elev at forsøket ikke hadde gått hvis de hadde brukt et annet underlag enn papir. Da tar læreren dette videre og sier: «Det er jo også litt interessant, for vi har jo også forskjellige typer lim. Hvorfor har vi forskjellige typer lim?» Lærer forklarer videre at det brukes ulike typer lim til å lime ulike stoffer. Videre i timen modellerer læreren hvordan elevene skal skrive setninger med bevis for at limtypene fungerer eller ikke fungerer. Så skriver elevene egne setninger.

Klasseledelse i forbindelse med praktisk aktiviteter

Dimensjonen klasseledelse inneholder kategoriene *Atferd* og *Tidsbruk*. Disse kategoriene undersøker om det er mye uro som forstyrrer elevers læring og hvor mye tid som går bort til annet enn de faglige aktivitetene. Generelt var det svært lite utfordringer med klasseledelse, både i segmenter med og uten praktiske aktiviteter. Begge disse kategoriene har stort sett bare koder på høyt nivå (3 og 4) både på barne- og ungdomstrinnet.

Oppsummering

Lærerne i LISSI-studien benytter praktiske aktiviteter i nesten halvparten av timene. Det var betydelig mer praktisk arbeid på barnetrinnet enn på ungdomstrinnet. Når elevene gjennomfører praktiske aktiviteter, er de i større grad aktive i faglige samtaler og aktive i læringsprosessen, enn når undervisningen ikke inneholder praktiske aktiviteter. I tillegg endrer lærerrollen seg ved at undervisningen blir mindre lærersentrert, og læreren opptre i større grad som en tilrettelegger. I de observerte klassene ser vi at faglig forståelse er mindre vektlagt når elevene gjennomfører praktiske aktiviteter. Men vi ser at enkelte lærere likevel klarer å opprettholde et høyt faglig nivå også under praktiske aktiviteter. I den kommende antologien vil vi se nærmere på hvordan disse lærerne legger til rette for faglig forståelse. Nivået på de kognitive utfordringene i undervisningen er forholdsvis likt i segmenter med og uten praktiske aktiviteter. Det er et paradoks, siden lærerne i mindre grad vektlegger faglig forståelse når elevene arbeider med praktiske aktiviteter. Studien viser også at når det gjennomføres praktiske aktiviteter er det få forstyrrelser i klasserommet, og tiden benyttes i stor grad til faglige aktiviteter. Dette viser at det er mulig å gjennomføre undervisning med praktiske aktiviteter som er tidseffektiv og holder et godt kognitivt nivå.

6. LÆRERENS TILRETTELEGGING FOR DYBDELÆRING

I LISSI-prosjektet har ett av formålene vært å undersøke i hvor stor grad og på hvilke måter lærere legger til rette for dybdelæring i naturfag i norske klasserom. Vi ønsker også å diskutere om utforskinger kan være et godt utgangspunkt for dybdelæring.

Hva er dybdelæring?

Dybdelæring er et sentralt begrep i LK20. Utdanningsdirektoratet (2019) har følgende definisjon av dybdelæring:

«Vi definerer dybdelæring som det å gradvis utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder. Det innebærer at vi reflekterer over egen læring og bruker det vi har lært på ulike måter i kjente og ukjente situasjoner, alene eller sammen med andre.» (Utdanningsdirektoratet, 2019).

Med «en relevant sammenheng» forstår vi i LISSI-prosjektet at fagstoffet som skal læres må knyttes til naturfagets sentrale begreper og tenkemåter, og settes i sammenheng med andre fagområder i en større kontekst. Med andre ord skal faglig dybde også tilføre bredde i kunnskapen til elevene. En forståelig sammenheng betyr at fagkunnskapen bør kobles til elevens tidligere kunnskap og erfaringer. Dybdelæring sier noe om hvor forankret og varig forståelsen av fagstoffet er hos eleven. Læring er ikke bare en kognitiv endring hos den enkelte, men også basert på sosiale relasjoner (Pellegrino & Hilton, 2012). Dette sosiokulturelle perspektivet forklarer hvordan læring skjer i dialoger om faglig kunnskap. Dybdelæring i samhandling med andre skjer nettopp gjennom bruk av språk. Dette betyr at begrepsutvikling og utvikling av faglig forståelse er tett bundet sammen (Haug & Ødegaard, 2014a).

I litteraturen knyttes dybdelæring til begrepsendringer og kreativ problemløsning (Ohlsson, 2011). Dette er kompetanser som kan knyttes til utforskende arbeidsmåter. Mestad (2019) argumenterer for at elevene utvikler dybdeforståelse når de jobber utforskende, ved at de tar utgangspunkt i et spørsmål og bruker bevismiddel for å utvikle svar. Ved å tilrettelegge for at elevene er aktive i sin utforsking, kan de gradvis utvikle kompetanser som gir en dypere forståelse av naturfagets ideer og arbeidsmåter. Elevene får for eksempel trening i å vurdere sammenhenger og mønstre, og de lærer å resonnere og vurdere ulike påstander. Gjennom å tenke kritisk får de erfaring med at diskusjoner og argumentasjon er viktig i naturvitenskap.

Kategorier knyttet til dybdelæring

Dybdelæring har elementer fra flere av de andre undervisningsdimensjonene i LISSI-prosjektet. Vi har derfor valgt ut kategorier fra ulike dimensjoner, og som vi mener kan definere begrepet dybdelæring. I prosjektet ble det utviklet en egen kategori for *Faglig dybde*, som sier noe om i hvor stor grad undervisningen fokuserer på forståelse av faget, og i hvor stor grad fagstoffet settes i en større kontekst i forhold til naturen eller samfunnet. Kategorien er delt i to underkategorier. En underkategori som blir betegnet *Lærerpresentasjon*, ser på om læreren har fokus på forståelse av fagstoffet og knytter dette til andre fagområder og større sammenhenger. Den andre underkategorien, som blir betegnet *Elevkunnskap*, måler hvordan elevene bruker fagstoffet, og om de bruker fagspråket aktivt for å oppnå læring.

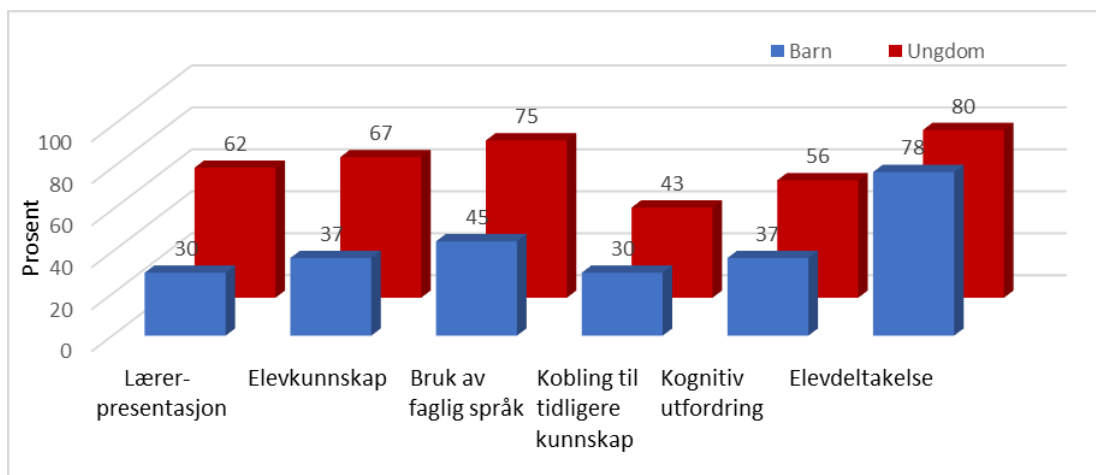
Siden begrepsutvikling er et viktig kjennetegn på dybdelæring, har vi også valgt å inkludere kategorien *Bruk av faglig språk* i våre analyser. Kategorien fokuserer på hvordan læreren bruker og forklarer naturfaglige begreper og fagtermer, og om elevene blir oppfordret til å bruke og forklare disse i undervisningen. Siden dybdelæring handler om å knytte tidligere erfaringer og kunnskap til ny kunnskap, har kategorien *Kobling til tidligere kunnskap* blitt inkludert til dybdelæringsbegrepet. I tillegg er det viktig at elevene er aktive og utfordres i sin læring, og av den grunn har vi inkludert kategorien *Intellektuell utfordring* i analysene av dybdelæringsbegrepet. En oversikt over kategoriene finnes i observasjonsmanualen (vedlegg A).

Analyser

For å ha datagrunnlag til å se nærmere på i hvor stor grad naturfagsundervisningen legger til rette for dybdelæring i norske klasserom, valgte vi ut undervisningstimer som hadde 15-minutters segmenter med kode 3 og 4 for to eller flere av kategoriene for dybdelæring. På denne måten fikk vi tatt ut gode eksempler på undervisning som kunne gi dybdelæring. For å svare på spørsmålet om utforskende undervisning kan være grunnlag for dybdelæring, gjorde vi korrelasjonsanalyser mellom de utforskende kategoriene og kategoriene for dybdelæring. Dette kan gi en indikasjon på om noen deler av de utforskende praksisene kan fremme dybdelæring hos elevene, og om dette er avhengig av hvilken fase utforskningen er i. Gjennom intervjuer har vi i tillegg fått lærernes egne refleksjoner om hva fordypning innebærer, hva det betyr for elevenes læringsprogresjon i faget og hvordan utforskinger kan bidra til dybdelæring.

Lærere på ungdomstrinnet legger bedre til rette for dybdelæring enn lærere på barnetrinnet

Analysene våre viser at en relativ stor andel av undervisningen er kodet i den øvre delen av skalaen for kategoriene knyttet til dybdelæring. Lærerne på ungdomstrinnet har imidlertid høyere koder på alle kategoriene sammenliknet med lærerne på barnetrinnet. Dette indikerer at lærerne på ungdomstrinnet i større grad har lagt til rette for fordypning i naturfaget enn lærerne på barnetrinnet. I figur 6.1 ser vi for eksempel at omtrent dobbelt så mye undervisning på ungdomstrinnet er kodet 3 eller 4 for kategorien *Lærerpresentasjon*, og samme tendens ser vi også for kategorien *Elevkunnskap*. I videoene ser vi for eksempel en lærer som fokuserer på forståelse av hvordan oppbyggingen av et salt på partikkelnivå gir spesifikke observerbare egenskaper til salter i dagliglivet ved at læreren viser til bordsalt og hornsalt som brukes i matlaging. I undervisningen bruker elevene fagbegreper både skriftlig og muntlig, for å forklare hva som skjer når et salt løses opp i vann sett i forhold til modeller for salt og vann.



Figur 6.1. Stolpene viser hvor stor prosentandel av videosegmentene som koder 3 eller 4 for kategoriene Lærerpresentasjon, Elevkunnskap, Bruk av faglig språk, Kobling til tidligere kunnskap og Kognitiv utfordring på 4. trinn og 8. trinn. Beregningene er basert på 15-minutters videosegmenter (N=137 for 4. trinn og N=120 for 8. trinn).

Det er ikke overraskende at vi ser samme forskjell mellom trinnene når det gjelder kategorien *Bruk av faglig språk*. Koder i den høyere delen av skalaen indikerer undervisning hvor lærerne i stor grad har brukt, forklart og repetert sentrale naturfaglige begreper i undervisningen. På ungdomstrinnet har nærmere en fjerdedel av undervisningen fått kode 4. Dette viser at elevene har fått gode muligheter til å bruke begrepene aktivt i undervisningen. I videoene ser vi mange eksempler på at elevene må bruke naturfaglige begreper, både når de skriver ulike tekster, snakker i små grupper og deltar i diskusjoner i hel klasse.

For kategorien *Kobling til tidligere kunnskap* er det noe mindre forskjell mellom trinnene, og andelen koder i den høyere delen av skalaen er lavere, spesielt på ungdomstrinnet. Siden også undervisningen som er kodet i den lavere delen av skalaen har elementer av aktivisering av forkunnskaper, kan vi likevel konkludere med at lærerne i stor grad knytter forbindelser mellom elevenes tidligere kunnskap og ny kunnskap i undervisningen. Eksempler på dette er at flere lærere på begge trinn trekker inn elevenes erfaringer med ulike stoffer og reaksjoner i dagliglivet som utgangspunkt for undervisningen.

For kategorien *Intellektuell utfordring* har litt over halvparten av undervisningen på ungdomstrinnet blitt kodet i den øvre delen av skalaen. På barnetrinnet er denne verdien en del lavere. Siden dette er undervisning hvor elevene aktivt må komme med ideer, gjøre tolkninger og trekke slutninger, viser dette at det er relativt mye

undervisning på begge trinn som utfordrer elevene intellektuelt. Dette er et godt utgangspunkt for dybdelæring. Et eksempel på utfordrende undervisning er elever som må søke og innhente informasjon for å vurdere hvor troverdige samfunnsaktuelle påstander er, og elever som selv må planlegge en fremgangsmåte for å få svar på et forskerspørsmål.

Kategoriene som vi har valgt ut, gir et bilde av i hvilken grad det er lagt til rette for dybdelæring i undervisningen. Ut fra analysene ser vi at lærerne på ungdomstrinnet i større grad setter fagstoffet i kontekst og peker på sammenhenger enn hva lærerne på barnetrinnet gjør. De bruker oftere fagbegreper som forklares og utdypes, og elevene bruker fagbegrepene aktivt i undervisningen og viser forståelse. Dybdelæring bygger på elevenes tidligere kunnskap og erfaringer. Derfor kan vi forklare forskjellen vi observerer, ut fra at elevene på ungdomstrinnet har et høyere faglig kunnskapsnivå og er bedre utviklet kognitivt. En annen forklaring er at lærerne på ungdomstrinnet har høyere kompetanse i naturfag i forhold til på barnetrinnet (Kaarstein, Nilsen, & Blömeke, 2015), og derfor i større grad klarer å knytte fagstoffet til andre fagområder og sammenhenger.

Gode konsolideringer i utforskinger legger til rette for dybdelæring

Korrelasjonsanalyser mellom de utforskende kategoriene og kategoriene for dybdelæring, viser at alle fem kategoriene for dybdelæring korrelerer positivt med kategoriene for *Konsolidering* og *Naturvitenskapens egenart* for begge trinn (tabell 6.1). Det er spesielt høy korrelasjon mellom *Konsolidering* og kategoriene *Elevkunnskap*, *Bruk av faglig språk* og *Intellektuell utfordring*. Dette funnet er ikke overraskende, siden de naturfaglige begrepene ofte brukes aktivt både av lærer og elever i konsoliderings-situasjoner.

Tabell 6.1. Pearsons korrelasjoner mellom kategoriene *Konsolidering* og *Naturvitenskapens egenart* og kategorier for dybdelæring. Resultatene er gitt for alle videosegmenter i første opptaksrunde på 8. trinn, N=120.

	Lærer- presentasjon	Elev- kunnskap	Bruk av fagspråk	Kobling til tidligere kunnskap	Intellektuell utfordring
Konsolidering	0,23*	0,39**	0,34**	0,21*	0,38**
Naturvitenskapens egenart	0,32**	0,28**	0,34**	0,24**	0,29**

*Korrelasjon signifikant på 0,05 nivå. **Korrelasjon signifikant på 0,01 nivå.

Et eksempel er en klasse som bruker en time på å diskutere aktuelle spørsmål rundt bærekraftig utvikling med utgangspunkt i videoer de har laget om eget forbruksmønster. Dette er beskrevet i mer detalj i eksempel 6.1. Det er også interessant at kategorien *Naturvitenskapens egenart* korrelerer høyt med alle utvalgte kategorier for dybdelæring. Dette tyder at en lærer som eksplisitt viser til naturvitenskapens tenkemåter og metoder i undervisningen, setter naturfaget i en større kontekst for elevene. Vi ser også positive korrelasjoner mellom den forberedende fasen i utforskinger og om læreren fokuserer på forståelse og knytter fagstoffet til elevenes tidligere kunnskap. Dette er heller ikke et uventet funn, siden læreren ofte vektlegger disse aspektene i en forberedende fase av utforskinger.

I datamaterialet vårt ser vi negative korrelasjoner mellom kategorien *Datainnsamling* og flere av kategoriene for dybdelæring. Dette gjelder særlig for kategoriene *Lærerpresentasjon* og *Kobling til tidligere kunnskap* for begge trinn, og i tillegg *Bruk av faglig språk* på ungdomstrinnet. En forklaring på dette kan være at elevene i mindre grad bruker naturfagbegreper når de er aktive og samler inn data. I denne sammenhengen presenterer læreren fagstoffet i mindre grad, og er kanskje mer opptatt av å hjelpe til med den praktiske gjennomføringen av et forsøk. Det er imidlertid positiv korrelasjon mellom datainnsamling og kognitiv utfordring, noe som viser at det å samle inn data kan være intellektuelt utfordrende for elevene.

Analysene våre viser at det er negative korrelasjoner mellom de utvalgte kategoriene for dybdelæring og kategorien *Frihetsgrader* i undervisningen. Ved høy grad av frihet for elevene er de trolig mer aktive og bruker kanskje begrepene noe mindre. Det er også naturlig at læreren presenterer fagstoff i mindre grad.

Utforskende undervisning legger til rette for dybdelæring

Alle lærerne som vi intervjuet, mener at det er en klar sammenheng mellom dybdelæring og utforskinger. I intervjuene ble lærerne spurt om deres forståelse av begrepet dybdelæring. De ble også bedt om å gi gode eksempler på undervisning fra egen praksis som de mente hadde gitt dybdelæring for elevene. Da lærerne ble spurt om å definere dybdelæring, var alle enige om at dybdelæring ikke er overfladisk læring, men læring som fører til inngående kunnskap. Dette innebærer å se et tema i en helhetlig kontekst, se sammenhenger mellom fagovergripende tema og kunne sette sammen små kunnskapsbiter for å forstå et fenomen bedre. Ifølge lærerne er tidsaspektet svært viktig

for å fremme dybdelæring. Å gå i dybden på et naturfaglig tema må foregå over tid. Dessuten viste lærerne ofte til at tverrfaglighet har sammenheng med dybdelæring, og som innebærer at dybdelæring kan fremmes på tvers av fag. Eksempel 6.1 beskriver utforskende undervisning med et tverrfaglig fokus. Læreren, Sandra, sier følgende om dybdelæring og tverrfaglighet i intervjuet:

«Dybdelæring, det bunner ut i interesse for noe og lysten til å se de sammenhengene, men hovedsakelig så vil jeg si at dybdelæring er sammenhenger mellom ulike fysiske lover og tema, på tvers av temaer. Så dybdelæring henger jo kjempenært sammen med tverrfaglighet og derfor er jeg veldig stor forkjemper for at det er helt fint lov å diskutere etiske og moralske spørsmål i naturfag, det er ikke et fasitfag lenger.»

Ifølge lærerne finnes det også en tett sammenheng mellom dybdelæring og utforsking, og alle beskriver i intervjuene gode eksempler fra egen praksis. Mange tror at utforskende undervisning skaper nysgjerrighet og interesse blant elever. Dette igjen fører til at de begynner å stille spørsmål og styre sin egen læring. Lærer Steinar, som er omtalt i eksempel 3.2, sier følgende om hvordan utforsking kan bidra til dybdelæring:

«Jeg tenker at utforsking er jo dybdelæring. At når du faktisk er utforsker, så er liksom veien så kort, da. Hvis du på en måte utforsker på ordentlig, du finner ut noe som faktisk er nytt for deg og noen ting som faktisk gjør deg nysgjerrig. Elevene er i dybden fordi da begynner man å stille spørsmål. Med en gang man begynner å stille faglige spørsmål til meg, så føler jeg jo at da har jeg vunnet, da er seieren i boks. Og spesielt hvis de begynner å stille litt spørsmål som er litt videre da, «Hm, det har jeg ikke tenkt på, nei». Det er morsomt, da. Så jeg tenker at den utforskinsbiten, man vet jo aldri hvor man kommer der, men det er jo det som kanskje er det som gjør at det blir så bra, da. At man ut ifra de resultatene man får der og da, får man jo en ganske sånn helhetlig forståelse av begrepet eller fenomenet man utforsker.»

Eksempel 6.1. Konsolidering, utforsking og dybdelæring i tverrfaglige temaer

Analysen av videomaterialet viser at kodene for dybdelæring korrelerer positivt med koden for *Konsolidering*. Vi har valgt dette eksemplet hentet fra en 9. klasse fordi læreren, Sandra, skåret høyt (kode 4) på *Konsolidering* i begge runder. Dessuten setter Sandra naturfag i en relevant kontekst, og som ofte er tverrfaglig.

Sandra styrer klasseromssamtaler ved å stille mange spørsmål, og ved å utfordre student-ene til å bruke faglig språk og definere begreper. Analysen av videomaterialet viser at undervisningen til Sandra har mange utforskende aspekter, og stort sett ligger de utforskende kodene som *Datainnsamling* og *Konsolidering* i den øvre delen av skalaen. Sandra bruker elementer av naturvitenskapens *egenart* i undervisningen både implisitt og eksplisitt, og hun knytter naturfaglige tema til aktuelle sosiovitenskapelige temaer. I timene vi observerte fra første datainnsamling var det for eksempel fokus på bærekraftig utvikling, hvor elevene skulle lage en kort film om ett døgnns forbruk. I andre datainnsamling var temaet kildekritikk. Elevene leste tre tekster, og skulle kommentere faglige begreper og påstander og vurdere hvem som var tekstenes forfattere.

I intervjuet kom det tydelig frem at Sandra ser et tett samspill mellom dybdelæring og utforskning. For Sandra betyr dybdelæring å se sammenhenger, og hun prøver å skape relevante sammenhenger ved å knytte naturfaglige begreper til samfunnsrelevante debatter:

«Jeg er veldig stor forkjemper for at det er helt fint lov å diskutere etiske og moralske spørsmål i naturfag, det er ikke et fasitfag lenger. Det kan være et synsefag akkurat som i samfunnsfag. Så kan du ha en mening om hvilket parti du skal stemme på. Du kan ha en mening i naturfag på genmanipulering, for eksempel. Du kan ha en mening om abort. (...) Naturfaget har ikke en fasit på de spørsmålene, men det er de spørsmålene vi nå sitter med fordi vi har bygget opp samfunnet vårt rundt teknologi og vitenskap. (...) Så det er helt umulig å dybdelære uten interesse og utforskning og du får sjeldent interesse hvis ikke du driver utforskning fordi det er ingen som har lyst til å bli fortalt noe, spesielt hvis du er seksten år.»

Sandra er opptatt av verdier som demokratisk dannelselse, selvstendighet, kritisk tenkning og etisk bevissthet. Også dette er en grunn til at hun vektlegger utforskende undervisning, fordi den kan knyttes til evnen til å kunne tenke kritisk.

«Altså, de skal jo utforske resten av livet. Det er ingen som kommer til å sende dem linker og si at «den her kilden er en bra kilde». Så utforskning og kildekritikk tror jeg henger veldig nært sammen, eller kanskje ikke kildekritikk, men kritisk tanke, da. Evnen til å tenke kritisk og å forstå at kanskje ikke alle andre vet heller, kanskje ingen vet helt sikkert, kanskje man må samle sammen masse informasjon selv.»

Sandra nevnte flere ganger at det er mange naturfaglige spørsmål i dag som ikke har et gitt svar. Det er derfor viktig for henne at elevene får naturfaglig kunnskap og evnen til å tenke kritisk. Hun ønsker at naturfaget utrunder elever med evnen til å reflektere over egen læring, og bruker det de har lært også i ukjente situasjoner:

«Ja, jeg tror de lærer på en måte å bli de menneskene som skal kunne delta i samfunnet. Jeg er jo veldig enig i læreplanene sine generelle overordnede mål som at du skal kunne delta bærekraftig og være en demokratisk borger. Og med en gang du er ferdig på skolen så er det jo ingen som sitter og lærer deg hva du skal synes, eller hvorfor ting er som de er.»

Oppsummert tror vi at undervisningen til Sandra illustrerer at naturfag kan sees i en tverrfaglig sammenheng, og byr på mange muligheter for å stimulere til dybdelæring. Sandras undervisningspraksiser er preget av en forståelse for at naturfaglige temaer er sentrale i elevenes hverdag, og at de vil være sentrale også i elevenes fremtid. I møte med fremtidens samfunnsliv vil elevene møte behov for å kunne omstille seg og utforske nye situasjoner, innhente ny informasjon og vurdere de beste løsningene for stadig nye problemstillinger. Eksemplet presenterer et fremtidsrettet perspektiv på naturfag, som et fag som legger til rette for å se sammenhenger, styrke elevenes handlekraft og utdanne dem til naturfaglig allmenndannelse, det vil si å bli velinformerte demokratiske medborgere.

Oppsummering

I LISSI-prosjektet har vi sett flere eksempler på undervisning som kan gi elevene både dyp forståelse av fagkunnskapene, samtidig som fagstoffet settes inn i en større kontekst. Dette er et godt utgangspunkt for dybdelæring. Eksemplene viser lærere som fokuserer på en god forståelse av fagstoffet i naturfag. Dette knyttes til elevenes tidligere kunnskap og settes i kontekst i forhold til samfunnet og andre fagområder. I videoene ser vi også at elevene bruker fagbegrepene aktivt på ulike måter, både i praktiske aktiviteter, muntlig og skriftlig. Det er et imidlertid et potensial for å gjøre dette i enda større grad. Vi ser også et potensial knyttet til det å gi elevene mer kognitivt utviklende oppgaver og aktiviteter.

Ikke overraskende viser analysene våre at lærere som bruker tid på gode konsolideringer og til dels forberedelser, også koder høyt på de fleste av våre kategorier som kan knyttes til dybdelæring. Dette viser at utforskinger som vektlegger og bruker tid på forberedelser og konsolideringer, kan bidra til dybdelæring hos elevene. Det ser også ut til å være positivt for dybdelæring at lærerne eksplisitt fokuserer på naturvitenskapens metoder og tenkemåter i utforskingene. På denne måten kan elevene få økt forståelse for sammenhenger mellom empiri og teori, samtidig som deres handlekraft styrkes og naturfaglig allmenndannelse fremmes.

7. ELEVENES LÆRINGSUTBYTTE

I denne studien er ett av målene å se sammenhengen mellom det vi ser i klasserommet og elevenes læringsutbytte. Med læringsutbytte mener vi her både elevenes faglige utbytte og elevenes holdninger og motivasjon til naturfag.

For å se nærmere på elevenes læringsutbytte fra flere sider, svarte elevene på en kort prøve som inneholdt både naturfaglige oppgaver og en rekke spørsmål om deres interesse, engasjement og deres oppfatning av lærerens undervisning i naturfag. Elever på barnetrinnet fikk færre faglige oppgaver og spørsmål enn elevene på ungdomstrinnet. Prøvene ble besvart av alle elevene som ble videofilmet, bortsett fra to klasser på barnetrinnet. For å ha et sammenligningsgrunnlag både i forhold til faglig nivå og resultatene på holdnings- og undervisningsspørsmålene, ble de samme prøvene besvart av elever ved et tilfeldig utvalg skoler. Disse tilfeldige utvalgte skolene kaller vi referanseskoler.

Likheter og forskjeller mellom video- og referanseskoler

Vi vil her presentere resultater fra fagprøven og spørreskjemadelen både for video- og referanseskoler. For hvert område vil vi først presentere resultater fra ungdomstrinnet, deretter for barnetrinnet. Det er færre resultater på barnetrinnet fordi det er gitt færre spørsmål til elevene på dette trinnet.

For å undersøke om resultatet på fagprøven gir et realistisk bilde av elevenes faglige nivå, har vi sammenliknet resultater fra fagprøven med resultater fra nasjonale prøver. Vi har sammenliknet med nasjonale prøver i lesing, regning og engelsk siden det ikke er nasjonale prøver i naturfag. Fagprøven korrelerer høyest med regning ($r=0,77^{**}$)⁸ og lavest med lesing

⁸ Pearsons korrelasjonskoeffisient ^{**}signifikant på 0.01 nivå ^{*}signifikant på 0.05 nivå.

($r=0,62^{**}$). Dette innebærer at skoler som presterer høyt på fagprøven, også presterer høyt på nasjonale prøver. Vi ser videre at det er liten forskjell mellom videoskolene og referanseskolene på fagprøven, men selv om forskjellen er liten, peker den i samme retning som vi ser på nasjonale prøver (tabell 7.1). Det vil si at det er en tendens til at videoskolene presterer noe bedre enn referanseskolene også på fagprøven. Dette er ikke overraskende, siden video-skolene ble valgt ut blant annet på bakgrunn av målrettet utvikling av naturfags-undervisningen ved skolen, for eksempel gjennom nasjonale prosjekter som *Forskerføtter og leserøtter* eller *Nysgjerrigper*. Samtidig er det viktig å nevne at det er stor variasjon i resultatene mellom videoskolene.

Tabell 7.1. Resultater på fagprøven og nasjonale prøver. Gjennomsnittet for fagprøven er standardisert til 50 med 10 i standardavvik.

	Antall elever	Fagprøve	Nasjonale prøver		
		Gj.snitt (SE)*	Lesing	Regning	Engelsk
Videoskoler	341	52 (0,5)	53	55	55
Referanseskoler	907	49 (0,3)	51	50	50
Totalt	1248	50 (0,3)	52	52	52

*(SE) Måleusikkerhet oppgitt for gjennomsnittet.

På barnetrinnet presterer elevene ved videoskolene tilnærmet helt likt på fagprøven med elevene på referanseskolene, se tabell 7.2. Når vi sammenlikner med resultatene på nasjonale prøver, ser vi at videoskoler og referanseskoler presterer omtrent like godt både i lesing, regning og engelsk. Ut fra dette kan vi si at elevenes faglige nivå er noenlunde likt på video- og referanseskolene. På barnetrinnet er det signifikant korrelasjon bare mellom fagprøven og regning ($r=0,47^*$). Det var dessverre bare 8 av 10 videoskoler som besvarte prøven. I tillegg var det to klasser fra samme skole som vi ikke klarte å skille fra hverandre på prøven.

Tabell 7.2. Resultater på fagprøven og nasjonale prøver. Gjennomsnittet for fagprøven er standardisert til 50 med 10 i standardavvik.

	Antall elever	Fagprøve	Nasjonale prøver		
		Gj.snitt (SE)*	Lesing	Regning	Engelsk
Videoskoler	112	50 (0,8)	50	50	50
Referanseskoler	457	50 (0,4)	50	50	51
Totalt	569	50 (0,4)	50	50	51

*(SE) Måleusikkerhet oppgitt for gjennomsnittet.

Innledningsvis poengterte vi at elevenes holdninger til naturfag er en viktig del av elevenes læringsutbytte. I spørreskjemaet for både barne- og ungdomstrinnet, er det en rekke utsagn som skal si noe om elevenes interesse for naturfag. Svaralternativene varierer fra «Svært uenig» til «Svært enig». To av utsagnene som inngår i samlevariabelen *elevenes interesse*, har negativ

valør. Verdiene for disse utsagnene er «snudd» slik at svaret «Svært uenig» får høyest verdi. Resultatet for samlevariabelen *elevens interesse* er lik for video- og referanseskoler. Dette gjelder både barne- og ungdomstrinnet. Når vi ser på prosentandel elever som sier seg svært enige i de enkelte utsagnene, ser vi derimot tydelige forskjeller på ungdomstrinnet. Flere elever ved videoskolene svarer «Svært enig» på alle utsagnene om interesse enn elevene ved referanseskolene. For eksempel ser vi at 24 prosent av elevene på videoskolene sier at de er svært enige i at naturfag er et av de fagene de liker best, mens tilsvarende for referanse-skoler bare er 18 prosent. Både på video- og referanseskoler svarer elevene mest positivt til at de lærer mye interessant i naturfag.

Tabell 7.3. Prosentandel elever på ungdomstrinnet som svarer «Svært enig» på følgende utsagn om interesse. For de to negative utsagnene, markert med*, er det oppgitt prosentandel som svarer «Svært uenig».

Utsagn	Video-skoler	Referanse-skoler	Totalt
Jeg lærer mye interessant i naturfag.	46	44	45
*Jeg skulle ønske at jeg ikke var nødt til å lære naturfag.	45	38	40
Jeg liker naturfag.	33	29	30
Jeg liker å lære naturfag.	33	29	30
Naturfag er et av de fagene jeg liker best.	24	18	19
*Naturfag er kjedelig.	23	19	20
Jeg gleder meg til å lære naturfag på skolen.	19	18	18
Gjennomsnitt	32	28	29

Resultatene i tabell 7.4 viser at også på barnetrinnet er prosentandelen elever som sier seg svært enige i de ulike utsagnene, høyere på videoskolene. Videre ser vi at elevene på barne-trinnet svarer mer positivt enn elevene på ungdomstrinnet på alle utsagnene. For eksempel sier omtrent to tredjedeler at de er svært enige i at de lærer mye interessant i naturfag.

Tabell 7.4. Prosentandel elever på barnetrinnet som svarer «Svært enig» på følgende utsagn om interesse. For de to negative utsagnene, markert med*, er det oppgitt prosentandel som svarer «Svært uenig».

Utsagn	Video-skoler	Referanse-skoler	Totalt
Jeg lærer mye interessant i naturfag.	69	62	63
*Jeg skulle ønske at jeg ikke var nødt til å lære naturfag.	62	59	60
Jeg liker naturfag.	53	46	48
*Naturfag er kjedelig.	47	47	47
Jeg liker å lære naturfag.	44	42	43
Jeg gleder meg til å lære naturfag på skolen.	38	37	37
Gjennomsnitt	52	49	50

Hva ser ut til å ha betydning for resultatene på fagprøven?

I det følgende vil vi se på hvilke samlevariabler i spørreskjemaet som ser ut til å ha betydning for elevenes faglige prestasjoner og deres interesser for faget. Tabell 7.5 viser først sammenheng mellom prestasjoner på fagprøven for ungdomstrinnet og noen av samlevariablene fra spørreskjemaet, deretter tilsvarende sammenhenger med elevenes interesse. En oversikt over samlevariablene og hvilke utsagn de består av, er gitt i vedlegg B. Tabell 7.5 gir også informasjon om hvor mange utsagn hver samlevariabel består av, samt i hvilken grad de måler det samme (reliabilitet oppgitt i Cronbach's Alpha).

Tabell 7.5. Korrelasjon mellom prestasjoner på fagprøven og samlevariabler fra spørreskjemaet. Tilsvarende er gjort for Elevenes interesse. Resultatene er gitt for alle elevene på ungdomstrinnet som deltok på prøven (N=1248).

	Elevenes interesse	Naturfagets egenart	Lærer forklarer	Oppsummering og feedback	Lærer utfordrer	Elevforsøk
Prestasjon på fagprøven	0,25**	0,29**	0,19**	0,16**	0,15**	-0,07*
Elevenes interesse		0,18**	0,49**	0,44**	0,35**	0,24**
Antall utsagn	6	6	6	4	7	6
Cronbach's Alpha	0,91	0,84	0,77	0,84	0,80	0,76

Pearsons korrelasjonskoeffisient (r) **signifikant på 0.01 nivå * signifikant på 0.05 nivå.

Resultatene viser at det er positiv sammenheng mellom prestasjoner på fagprøven og alle samlevariablene, bortsett fra *Elevforsøk*, som vi kommer tilbake til. Korrelasjonen mellom *Elevenes interesse* og de samme samlevariablene viser at de fleste sammenhengene her er sterkere, og alle går i positiv retning. Elevenes prestasjoner på fagprøven har høyest positiv sammenheng med samlevariabelen *Naturvitenskapens egenart*. For eksempel er det størst sammenheng mellom elever som presterer høyt faglig, og de som er svært enige i at gode svar baserer seg på resultater fra mange forskjellige eksperimenter (korrelasjon=0,323**). Videre

ser vi at det er positiv sammenheng mellom faglige prestasjoner og elevenes interesser. Dette er i tråd med tidligere funn i de store internasjonale studiene (Jensen & Kjærnsli, 2016b; Kaarstein & Nilsen, 2016).

Det er også positiv, men noe svakere, sammenheng mellom faglige prestasjoner og samlevariabelen *Lærer forklarer*. Denne samlevariabelen består av seks utsagn som sier noe om hvor god naturfagslæreren er til å forklare, for eksempel at «Naturfagslærer forklarer vanskelige ting på en tydelig måte». Elevene skal ta stilling til hvor ofte det skjer i naturfags-timen på en femdelt skala fra «Aldri» til «Alltid». Samlevariabelen *Lærer forklarer* er imidlertid den samlevariabelen som har høyest samsvar med elevenes interesse. Videre ser vi at *Oppsummering og feedback*, som handler om lærerens oppsummering og tilbakemelding, korrelerer positivt med både faglige prestasjoner og elevenes interesse. Det samme gjelder samlevariabelen *Lærer utfordrer*, som handler om ulike måter å utfordre elevene på faglig. For eksempel at de ikke må gi opp selv om oppgavene er vanskelige, og at de må begrunne både svar og meninger.

Som nevnt er det negativ samvariasjon mellom samlevariabelen *Elevforsøk* og faglige prestasjoner. Denne samlevariabelen består av seks utsagn, og elevene skal ta stilling til hvor ofte de ulike aktivitetene forekommer i naturfagsundervisningen. Svaralternativene går her fra «I alle timene» til «Aldri eller nesten aldri». Her er det viktig å poengtere at denne samlevariabelen bare sier noe om hvor ofte elevene mener de ulike aktivitetene forekommer, ikke noe om kvaliteten. For eksempel er det først og fremst utsagnene «Elevene gjør forsøk i naturfagsrommet» og «Elevene får lov til å planlegge sine egne eksperimenter» som bidrar til negativ sammenheng. Dette er i tråd med funn fra tidligere undersøkelser der dette funnet blir diskutert (se for eksempel Jensen & Kjærnsli, 2016a).

På barnetrinnet er det positiv sammenheng mellom elevenes resultater på fagprøven og alle tre samlevariablene, se tabell 7.6. Høyest korrelasjon er det mellom elevenes vurdering av egne faglige prestasjoner og resultatet på fagprøven. Dette viser at elevene på 4. trinn klarer å vurdere hvordan de står faglig. Det er også korrelasjon mellom resultat på fagprøven og samlevariablene *Elevenes interesse* og *Læreren forklarer*. Det samme så vi for ungdoms-trinnet. Det viser at elever med høy interesse presterer bedre, slik mange studier viser (se for eksempel Kaarstein & Nilsen, 2016). Det viser også at kvaliteten på lærerens forklaringer er viktig for elevenes læringsutbytte.

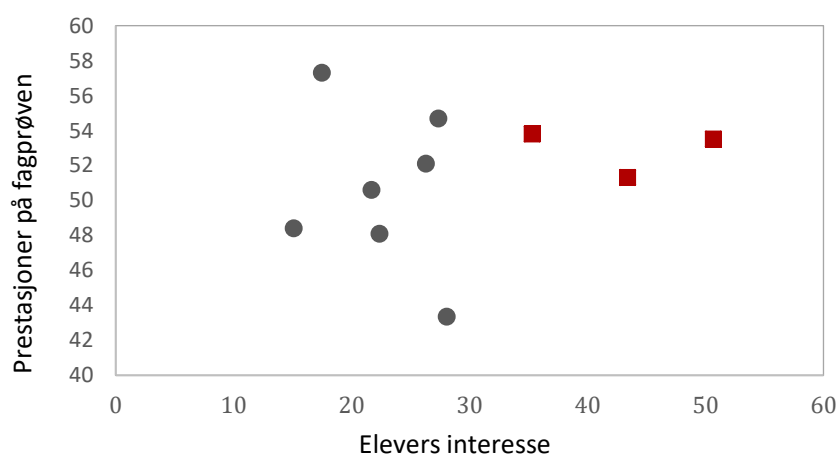
Tabell 7.6. Korrelasjon mellom prestasjoner på fagprøven og samlevariablene fra spørreskjemaet. Resultatene er gitt for alle elevene på barnetrinnet som deltok på testen.

	Egen vurdering	Elevenes interesser	Lærer forklarer
Prestasjon på fagprøven	0,335**	0,274**	0,145**
Antall utsagn	6	6	7
Cronbach alpha	0,780	0,884	0,851

Pearsons korrelasjonskoeffisient (r) **signifikant på 0.01 nivå * signifikant på 0.05 nivå.

Sammenheng mellom videoobservasjoner og elevenes læringsutbytte på ungdomstrinnet

I det følgende skal vi se nærmere på sammenhenger mellom videoobservasjoner og resultater fra fagprøven og spørreskjemaet. Til dette ønsket vi å velge ut noen videoklasser fra ungdomstrinnet med høyt læringsutbytte, det vil si både høy faglig prestasjon og interesse. Interesse er her målt ved et gjennomsnitt av prosentandel elever som har sagt seg svært enige i de sju utsagnene som danner samlevariabelen *Elevenes interesse*. Når vi plotter både fagprestasjoner og interesse for hver videoklasse, ser vi at det er tre klasser som skiller seg ut (markert med rødt i figuren), se figur 7.1. I disse tre klassene har elevene rapportert om høyest interesse, og har faglig prestasjon over gjennomsnittet. Vi plukket ut disse tre klassene (som vi her kaller klasser med høyt læringsutbytte), og sammenliknet de med de resterende sju klassene for å undersøke sammenhengen mellom videoobservasjoner og elevenes prestasjoner.

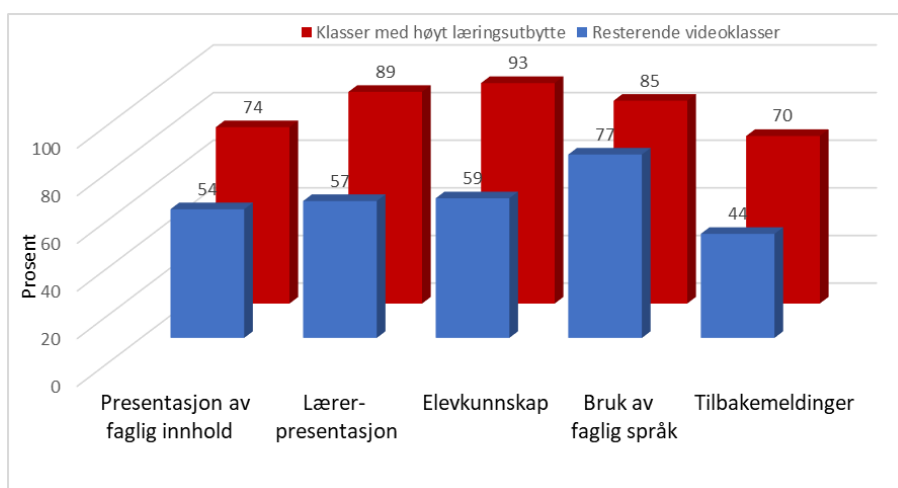


Figur 7.1. Korrelasjon mellom prestasjoner på fagprøven og elevenes interesse i de ulike videoklassene på ungdomstrinnet. Konstruktet *Elevenes interesse* er satt sammen av prosentvis andel av elever som var "Svært enig" i utsagnene om interesse. Videoklassene med høyest interesse og faglig prestasjon over gjennomsnittet, er markert med rødt.

Denne studien inkluderer totalt 114 videosegmenter, 27 segmenter i klassene med høyt læringsutbytte og 87 segmenter i de sju resterende klassene. Vi tok med alle segmentene fra

alle videoklassene, bortsett fra to timer fra en av videoklassene med høyt læringsutbytte. I disse to timene jobbet elevene uten lærer. De dro blant annet ut fra skolen i grupper, og filmet med mobiltelefonen i et bærekraftprosjekt. Vi regnet ut prosentandel med kode 3 og 4 for videokategoriene i dimensjonene faglig fordypning, tilrettelegging for elevdeltakelse og kognitiv aktivering. Vi sammenliknet de tre videoklassene med høyt læringsutbytte med de resterende sju videoskolene ved deskriptiv statistikk.

Dimensjonen faglig fordypning undersøker hvordan læreren formidler kunnskap om faglige begreper til elevene, og består av fem kategorier som alle er tatt med i figur 7.2. Når vi sammenlikner prosentvise frekvenser for videoklassene med høyt læringsutbytte med de andre videoklassene, ser vi at det er tydelige forskjeller i undervisningen. For alle kategoriene knyttet til faglig fordypning har videoklassene med høyt læringsutbytte langt flere segmenter som er kodet 3 og 4, se figur 7.2. Videoklassene med høyt læringsutbytte har høyere kvalitet på presentasjon av fagstoffet. I disse klassene går lærerne mer i dybden på fagstoffet, og fagstoffet blir presentert mer korrekt. Fagbegreper benyttes i større grad, samtidig som de forklares bedre, og lærerne tar i større grad tak i elevenes misoppfatninger. Elevene i klassene med høyt læringsutbytte bruker begreper oftere i undervisningen, og viser større forståelse for sentrale begreper. Elevene i disse klassene får også faglige tilbakemeldinger som i større grad er spesifikke og hjelper elevene med å forbedre det faglige arbeidet.

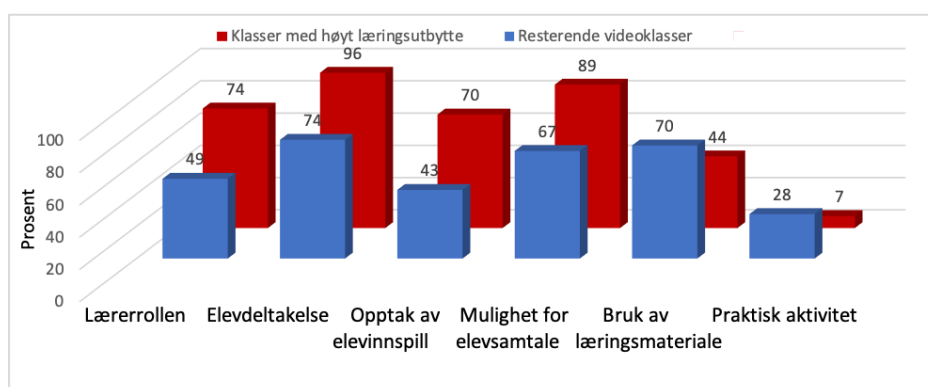


Figur 7.2. Prosentandel av segmenter som er kodet i øvre delen av skalaen (3 og 4) for dimensjonen faglig fordypning for de tre videoklassene med høyt læringsutbytte sammenliknet med de sju resterende videoklassene.

Dimensjonen tilrettelegging for elevdeltakelse undersøker hvordan læreren legger til rette for at elevene kan delta aktivt i undervisningen. De seks kategoriene er vist i figur 7.3. For de fire første kategoriene (*Lærerrolle*, *Elevdeltakelse*, *Opptak av elevinnspill* og *Klasseromssamtale*)

er det mange flere segmenter som er kodet 3 og 4 for klassene med høyt læringsutbytte. Dette betyr at lærerne i disse klassene oftere legger til rette for elevsamtaler og aktiviteter, elevene får mer tid til fagsamtaler og lærer eller elever bygger oftere på elevenes innspill og bruker dette videre i undervisningen. Elevene i klassene med høyt læringsutbytte er i større grad aktive i læringsprosessen og mer fokuserte på arbeidsoppgavene.

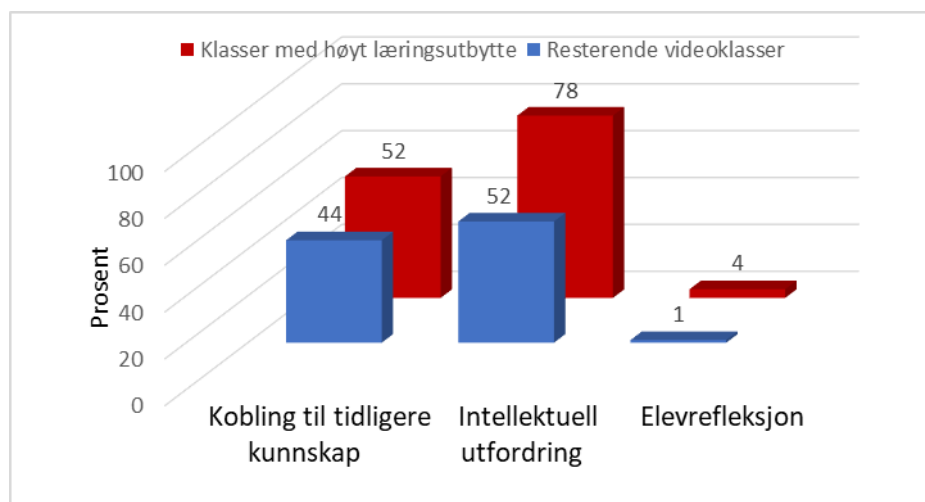
I de to siste kategoriene, *Bruk av læringsmateriale* og *Praktisk aktivitet*, har klassene med høyt læringsutbytte lavere prosentandel med høye koder (3 og 4) enn de resterende video-klasse. Kategorien *Bruk av læringsmateriale* undersøker om elevene aktivt bruker læringsmateriale i undervisningen, mens kategorien *Praktisk aktivitet* undersøker om det gjennomføres en praktisk aktivitet. For disse kategoriene gis det kode 1 hvis det ikke er læringsmateriale til stede i undervisningen eller om det ikke gjennomføres en praktisk aktivitet, mens de høye kodene gis hvis materialet brukes aktivt, eller den praktiske aktiviteten er knyttet opp mot læring i faget. Vi ser at for klassene med høyt læringsutbytte er det sjeldnere læringsmateriale til stede og elevene gjennomfører sjeldnere en praktisk aktivitet. For eksempel har klassene med høyt læringsutbytte bare praktiske aktiviteter i 3 av 27 segmenter. Dette forklarer forskjellen vi ser på kategoriene *Bruk av læringsmateriale* og *Praktisk aktivitet*. Det er mulig at klassene med høyt læringsutbytte bruker tiden på andre undervisningsaktiviteter. For eksempel ser vi at det i disse klassene foregår mer elevsamtaler på høyt nivå (kode 3 og 4).



Figur 7.3. Prosentandel av segmenter som er kodet i øvre delen av skalaen (3 og 4) for dimensjonen tilrettelegging for elevdeltakelse for de tre klassene med høyt læringsutbytte sammenliknet med de sju resterende videoklassene.

Dimensjonen kognitiv aktivering består av tre kategorier og undersøker i hvilken grad undervisningen utfordrer elevene kognitivt og fremmer refleksjon over forkunnskap og egen læring. Lærerne i klassene med høyt læringsutbytte knytter det nye fagstoffet oftere til elevenes forkunnskaper, og deres undervisning er kognitivt mer utfordrende, se figur 7.4. Den siste kategorien er *Elevrefleksjon*, som undersøker om elevene oppfordres til å reflektere over hva

de har lært i timen. Her ser vi lave og relativt like prosentandeler for alle videoklassene på ungdomstrinnet.



Figur 7.4. Prosentandel av segmenter som er kodet i øvre delen av skalaen (3 og 4) for dimensjonen kognitiv aktivisering for de tre klassene med høyt læringsutbytte sammenliknet med de sju andre videoklassene.

Oppsummering

Vår studie viser at det er positiv sammenheng mellom prestasjoner på fagprøven og elevenes interesse i faget på begge trinn. På ungdomstrinnet har faglige prestasjoner også positiv sammenheng med kvaliteten på lærerens forklaringer, lærers oppsummering og feedback samt at lærer stiller spørsmål som utfordrer elevene. Måten lærer forklarer på og at det gis oppsummeringer og tilbakemeldinger, har også positiv sammenheng med elevenes interesse. Dette kan tyde på at en lærer som forklarer på en god og tydelig måte, oppsummerer og gir gode tilbakemeldinger, ikke bare har betydning for elevenes faglige prestasjoner, men også er med på å skape interesse blant elevene. Det å gjøre elevforsøk for ofte (nesten hver time) har derimot en negativ sammenheng med prestasjoner på fagprøven. Flere av disse funnene er i tråd med annen forskning, noe vi vil se nærmere på i den kommende antologien.

Resultater av videostudiene viser at det på ungdomstrinnet er forskjell på undervisningen i videoklassene med høyt læringsutbytte (både høy faglig prestasjon og høy interesse) og de resterende videoklassene. Lærerne i klassene med høyt læringsutbytte formidler fagkunnskap til elevene kvalitativt bedre, de aktiviserer elevene mer i undervisningen gjennom aktiviteter og samtaler, og de har undervisning som i større grad kognitivt utfordrer elevene. Vi så imidlertid at elevene i de observerte klassene bruker lite tid på å reflektere over hva de har lært i undervisningen. Foreløpig har vi ikke funnet like tydelige sammenhenger på barne-trinnet.

Resultatene fra elevbesvarelsene og videodataene vil nærmere bli analysert og sett i sammenheng i kommende antologi.

8. DISKUSJON

I dette avsluttende kapitlet drøfter vi kort noen sentrale funn i LISSI-prosjektet og foreslår noen implikasjoner for utvikling av naturfagsundervisning på bakgrunn av funnene. Formålet med dette er å styrke elevenes kunnskapsbase og faglige handlekraft. I den kommende antologien vil vi presentere flere casestudier, videre analyser og utdype diskusjonene.

Sentrale funn

Vi har analysert elementer av utforskinger i klasserommene detaljert. Selv om mange undervisningstimer har elementer av utforsking, er elevene i liten grad med på å utvikle egne forskningsspørsmål, hypoteser eller prediksjoner. Det er interessant at nettopp det å stille egne spørsmål trekkes frem når lærerne beskriver hva de ser på som viktige elementer i utforskende undervisning. Resultatene bekrefter funn fra TIMSS og PISA, der elevene svarer at de i liten grad er med på å planlegge sine egne forsøk. I PISA 2015 sier 65 prosent av elevene at de aldri eller nesten aldri er med på å planlegge forsøkene. I TIMSS blir dette bekreftet av lærerne både på 5. og 8. trinn. På ungdomstrinnet ser vi også relativt mye konsolidering av høy kvalitet, noe det er mindre av på barnetrinnet. På begge trinn er det potensial for bedre diskusjoner av hvilke slutninger man kan dra ut fra funn fra en utforsking. Dette kan understøtte resultater fra TIMSS og PISA, som antyder at elevene i liten grad utfordres til å trekke konklusjoner fra observasjoner. Også i studien *Forskerføtter og leserøtter* (Ødegaard et al., 2014) tydet resultatene på at lærerne på barnetrinnet fokuserte mindre enn forventet på konkluderende læringsaktiviteter.

Lærerne knytter i liten grad de utforskende elementene eksplisitt til naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter, men har fokus på begrepsforståelse og faglig kunnskap i utforskningene. Lite diskusjon av naturvitenskapelige spørsmål og undersøkelser i norske naturfagklasserom ble også indikert av PISA 2015. Våre funn av et svakt fokus på naturvitenskapens egenart fra lærerens side kan være medvirkende årsak til at norske elever svarer noe dårligere på spørsmål om å vurdere og planlegge naturvitenskapelige metoder enn

på spørsmål som handler om å kunne bruke naturvitenskapelige teorier, begreper og fakta (PISA, 2015).

Vi fant flere kjennetegn på undervisning som legger til rette for dybdelæring. Mye av undervisningen la til rette for faglig fordypning. Forklaring av fagbegreper vektlegges, noe som samsvarer med funn fra PISA. Kunnskap blir også koblet til tidligere kunnskap og satt i en større kontekst. Dette gir et godt grunnlag for dybdelæring (Holt, Voll, & Øyehaug, 2019). Videre tilrettelegger undervisningen for dybdelæring når den utfordrer elevene til å tenke slutningsbasert og analytisk. Det inviterer til å se sammenhenger i faget. Utforskende arbeidsmåter kan knyttes sammen med dybdelæring gjennom å stille spørsmål og finne bevis for å svare på spørsmålene (Mestad, 2019), og i intervjuene gjør lærerne en tett kobling mellom utforskning og dybdelæring. Vi ser for øvrig at det er lavere grad av faglig fordypning når elevene arbeider praktisk, noe som kan sees i sammenheng med at læreren har fokus på gjennomføringen av aktivitetene. Enkelte lærere arbeidet derimot spesielt med å vektlegge et høyt faglig nivå, noe det vil være interessant å se nærmere på.

Resultatene fra vår studie viser at det er sammenheng mellom elevenes interesse for naturfag og deres prestasjoner, både på barne- og ungdomstrinnet. Dette er i samsvar med funn fra TIMSS og PISA. Når vi holder våre analyser av undervisning opp mot målinger av interesse finner vi at måten ungdomsskolelærere forklarer på, og at det gis oppsummeringer og tilbakemeldinger, har positiv sammenheng med elevenes interesse. Sammenhengene på barnetrinnet er svakere. I likhet med resultatene i PISA, finner vi negativ korrelasjon på ungdomstrinnet mellom hvor ofte elevene sier de gjør elevforsøk og prestasjoner på fagprøven. I spørreskjemaet er det imidlertid bare spørsmål om hvor ofte aktiviteten forekommer, ikke noe om kvaliteten.

Når det gjelder ungdomstrinnet finner vi sammenhenger mellom prestasjoner på fagprøven og videoanalyser. Her ser det ut til at lærere som gir gode faglige forklaringer, oppsummeringer og tilbakemeldinger, har elever som presterer bedre. Det samme gjelder lærere som stiller utfordrende spørsmål og aktiviserer elevene gjennom diskusjoner og andre aktiviteter.

Observasjonsmanualen som grunnlag for læreres profesjonsutvikling

En av målsetningene med LISSI er å få frem gode eksempler på undervisningspraksiser, som igjen kan danne grunnlag for utvikling av læreres faglige og fagdidaktiske kompetanse.

Videoobservasjonsmanualen (vedlegg A) er gjennom en detaljert beskrivelse av forskningsbaserte og observerbare kjennetegn på naturfagsundervisning av høy kvalitet, et godt utgangspunkt for utvikling av fagdidaktisk kompetanse hos naturfagslærere.

Disse kjennetegnene kan gi lærerutdannere og lærere et refleksjonsverktøy til å kartlegge hva som skjer i klasserommet, og til å variere undervisningspraksiser i tråd med elevenes behov. Ved å bruke manualen kan lærerne bli mer bevisste på når og hvordan de har muligheter for å introdusere elevene for nye måter å tenke, snakke og utforske naturfag på. Observasjonsmanualen kan kombineres med videosnutter som kan brukes i lærerutdanning og videreutdanning. Med hjelp av videosnutter får lærerstudenter og lærere øve seg på klasseromobservasjoner, og koble viktige observasjoner til relevante fagbegreper og kategorier.

I den kommende antologien vil vi presentere flere casestudier og eksempler som illustrerer bruk av observasjonsmanualen. For nasjonale myndigheter og skoleledere kan manualen dessuten være relevant for å peke på satsningsområder innenfor utdanning av naturfagslærere (evt. etter- og videreutdanning).

Implikasjoner for videre satsing på utforskende undervisning i naturfag

Til slutt vil vi drøfte noen muligheter for å øke kvaliteten på utforskende praksiser ved å diskutere noen sentrale funn og spenninger som har implikasjoner for videre satsing på naturfag. Vi har identifisert flere spenninger mellom det vi ser i videoobservasjoner og det som rapporteres av lærerne når de reflekterer over sine undervisningspraksiser. I den kommende antologien vil vi utdype diskusjonene våre.

En utfordring ved utforskende undervisning er spenningen mellom det å gi elevene friheter og det å slippe kontroll under utforskende økter. I intervjuene var lærerne enige om at det er en stor utfordring å gi fra seg kontroll og oversikt når elever jobber utforskende. Samtidig sa lærerne at elevene oppnår en større selvstendighet når undervisningen blir mindre lærerstyrt, og at dette er et viktig læringsutbytte ved utforskende undervisning. Selv om lærerne ønsker at elevene skal begynne å finne egne fremgangsmåter og ta ansvar for sin egen læring, observerte vi få utforskinger med mange frihetsgrader.

Forskning viser at full frihet ikke nødvendigvis gir mest læring. En studie av Bjønnes og Kolstø (2015) viser at et samspill mellom rom (frihet) og struktur (stillaser) i ulike faser, gir retning i åpne utforskinger for elevene. Forfatterne hevder at om lærere er bevisst på å veksle mellom struktur og frihet for elevene i undervisningen, kan dette fremme mer autentiske utforskinger i

skolen som gir læring. Det å finne den riktige balansen mellom frihet og kontroll i de ulike utforskende fasene byr på stort potensial til å heve kvaliteten på undervisningen.

Et eksempel på hvordan læreren kan gi fra seg en del kontroll slik at elevene får jobbe mer selvstendig, er forberedelsesfasen under utforskinger. Å utvikle og stille spørsmål står sentralt som drivkraft i utforskningsprosessen (Knain & Kolstø, 2019; Ødegaard et al, 2014, 2016), og vi ser her et potensial for å inkludere elevene i større grad. Å få eierskap til både spørsmål og data som besvarer spørsmålene, kan i sterkere grad engasjere elevene i diskusjoner rundt data og funn.

En annen spenning er motsetningen mellom hva lærerne tenker at utforskende undervisning skal føre til, og hva den observerte undervisningen ser ut til å fremme. I intervjuene legger lærerne vekt på kunnskap om naturvitenskap, og om samarbeid og holdninger, når de snakker om formål med utforskinger. Videoobservasjonene tyder derimot på at det som eksplisitt kommer til uttrykk gjennom undervisningen er fokus på forståelse av begreper og metoder. Rundt 80 % av datamaterialet er kodet på nivå 1 og 2 for *Naturvitenskapens egenart*, noe som viser at lærere ikke pleier å nevne naturfagets egenart eksplisitt. Dette bekrefter hva tidligere forskning har vist om at mange lærere ikke underviser eksplisitt om naturvitenskapens egenart, selv om de hevder de gjør det (Akerson, Abd-El-Khalick, & Lederman, 2000; Lederman & Lederman, 2019). Mange pedagogiske tilnærminger som lærere tror fremmer forståelse av naturvitenskap, bygger på å involvere elever i utforskende undervisning uten å ta opp dette eksplisitt. Våre funn tyder på at lærere kan heve kvaliteten på utforskende undervisning ved eksplisitt å undervise om naturvitenskapens egenart, både knyttet til utforskinger og ellers. Slik eksplisitt undervisning vil være i tråd med LK2020, som vektlegger forståelse for hva som ligger bak utforskende praksiser i det nye kjerneelementet *Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter*.

Et annet område som også har fokus i den nye læreplanen er hvordan elever reflekterer over egen læring, og utvikler evne til å lære å lære. Videoobservasjonene viser at dette i liten grad foregår i undervisningen, og vi mener at dette har et stort utviklingspotensial. Å lære å lære er regnet som en god læringsstrategi, og en viktig kompetanse for fremtidige studier og arbeidsliv.

Generelt kan det arbeides for å utvikle en mer aktiv bruk av fagbegreper i naturfagsundervisningen, spesielt på barnetrinnet. En mer aktiv bruk av fagbegreper i praktisk arbeid kan knytte teori og praksis tettere sammen, og et større fokus på det faglige innholdet i praktiske aktiviteter kan videreutvikles. Våre funn viser at fagfokuset er lavt i de fleste klassene

mens de utfører praktiske aktiviteter. De få lærerne som holder et høyt faglig nivå, bruker fagbegreper aktivt, utfordrer elevene til å trekke slutninger ut i fra observasjoner og data, og knytter dette sammen med tidligere kunnskap. Vi mener at det er relativt små endringer som skal til for å forsterke koblingen mellom teori og praksis. I tillegg er det generelt et potensial for i større grad å utfordre elevene kognitivt ved å velge mer utfordrende oppgaver og aktiviteter, som også kan bidra til at elevene aktivt tar en rolle i egen læring når de skal løse problemer og utvikle kritisk tenkning.

REFERANSER

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., ... Tuan, H. L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397–419. <https://doi.org/10.1002/sce.10118>
- Abrahams, I. (2009). Does Practical Work Really Motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2335–2353. <https://doi.org/10.1080/09500690802342836>
- Abrahams, I. & Reiss, M. J. (2012). Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 1035–1055. <https://doi.org/10.1002/tea.21036>
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295–317. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(200004\)37:4<295::AID-TEA2>3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200004)37:4<295::AID-TEA2>3.0.CO;2-2)
- Barber, J. (2009). The seeds of science/roots of reading inquiry framework.
- Bennet, J. (2003). *Teaching and learning science: A guide to recent research and its applications*. London: Continuum.
- Biesta, G. (2015). What is education for? On Good education, teacher judgement, and educational professionalism. *European Journal of Education*, 50(1), 75–87. <https://doi.org/10.1111/ejed.12109>
- Bjønness, B. & Kolstø, S. D. (2015). Scaffolding open inquiry: How a teacher provides students with structure and space. *Nordic Studies in Science Education*, 11(3), 223–237. <https://doi.org/10.5617/nordina.878>
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3, 77–101.
- Bravo, M. A., Cervetti, G. N., Hiebert, E. H., & Pearson, P. D. (2008). From Passive to Active Control of Science Vocabulary. *56th Yearbook of the National Reading Conference*, 122–135. Chicago: National Reading Conference.
- Bybee, R. W., Taylor, J., Gardner, A., Pamela, V. an S., Powell, J. C., Westbrook, A. & Landes,

- N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origin and Effectiveness*. Retrieved from https://media.bscs.org/bscsmw/5es/bscs_5e_full_report.pdf
- Chetty, R., F., N., J. & Rockoff, J. E. (2014). Measuring the Impacts of Teachers I: Evaluating Bias in Teacher Value-Added Estimates. *American Economic Review*, 104(9), 2593–2632.
- Cohen, J. & Goldhaber, D. (2016). Building a more complete understanding of teacher evaluation using classroom observations. *Educational Researcher*, 45(6), 378–387.
- Crawford, B. A. (2014). From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom. In N. G. Lederman & Sandra K. Abell (Eds.), *Handbook of Research in Science Education*. Routledge.
- Dewey, J. (1933). *How We Think: A Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educative Process*. Boston, MA: D.C. Heath & Co Publishers.
- Fauth, B., Decristan, J., Decker, A.-T., Büttner, G., Hardy, I., Klieme, E. & Kunter, M. (2019). The effects of teacher competence on student outcomes in elementary science education: The mediating role of teaching quality. *Teaching and Teacher Education*, 86.
- Ferguson, R. F. (2010). *A Guide to Tripod 's 7Cs Framework of Effective Teaching*.
- Ferreira, S. & Morais, A. M. (2020). Practical Work in Science Education: Study of Different Contexts of Pedagogic Practice. *Research in Science Education*, 50(4), 1547–1574. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9743-6>
- Fischer, H. E. & Neumann, K. (2012). Video analysis as a tool for understanding science instruction. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science education research and practice in Europe. Retrospective and prospective* (pp. 115–139). Rotterdam: Sense Publishers.
- Frøyland, M., Remmen, K. B., Mork, S. M., Ødegaard, M. & Christiansen, T. (2015). Researching science learning from students' view – the potential of headcam. *Nordic Studies in Science Education*, 11(3), 249–267. <https://doi.org/10.5617/nordina.1424>
- Grossman, P., Loeb, S., Cohen, J. & Wyckoff, J. (2013). Measure for measure: The relationship between measures of instructional practice in middle school English language arts and teachers' value-added scores. *American Journal of Educational Research*, 119(3), 445–470.
- Gyllenpalm, J., Wickman, P. O. & Holmgren, S. O. (2010). Teachers' language on scientific

- inquiry: Methods of teaching or methods of inquiry? *International Journal of Science Education*, 32(9), 1151–1172. <https://doi.org/10.1080/09500690902977457>
- Haug, B. S. & Ødegaard, M. (2014a). From Words to Concepts: Focusing on Word Knowledge When Teaching for Conceptual Understanding Within an Inquiry-Based Science Setting. *Research in Science Education*, 1–24. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9402-5>
- Haug, B. S. & Ødegaard, M. (2014b). From Words to Concepts: Focusing on Word Knowledge When Teaching for Conceptual Understanding Within an Inquiry-Based Science Setting. *Research in Science Education*, 1–24. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9402-5>
- Heath, C., Hindmarsh, J. & Luff, P. (2010). *Video in Qualitative Research*. SAGE Publications, Inc.
- Herron, M. D. (1971). The Nature of Scientific Enquiry. *The School Review*, 79(2), 171–212.
- Hofstein, A. (2017). The Role of Laboratory in Science Teaching and Learning. In T. K.S. & A. B. (Eds.), *Science Education. New Directions in Mathematics and Science Education*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Horton, R., Marshall, J. C. & White, C. (2009). EQUIPPing Teachers; A protocol to guide and improve inquiry-based instruction. *The Science Teacher*, 76(4), 46–53.
- Jensen, F. & Kjærnsli, M. (2016a). Elevers oppfatninger av naturfagsundervisning. In M. Kjærnsli & F. Jensen (Eds.), *Stø kurs. Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Jensen, F. & Kjærnsli, M. (2016b). Holdninger til naturfag. In M. Kjærnsli & F. Jensen (Eds.), *Stø kurs. Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H. & Nilsen, T. (2016). Motivasjon. In O. K. Bergem, H. Kaarstein, & T. Nilsen (Eds.), *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H., Nilsen, T. & Blömeke, S. (2015). Lærerkompetanse. I: Vi kan lykkes i realfag. In O. K. Bergem, K. H., & T. Nilsen (Eds.), *Resultater og analyser fra TIMSS 2015* (pp. 97–119). Oslo: Universitetsforlaget.
- Kane, T. J. & Staiger, D. O. (2012). *Gathering feedback for teachers: Combining high quality*

- observations with student surveys and achievement gains*. Seattle, WA: MET Project, Bill and Melinda Gates Foundation.
- Klette, K. (2015). Introduction: Studying Interaction and Instructional Patterns in Classrooms. In *Teaching and Learning in Lower Secondary Schools in the Era of PISA and TIMSS*. Springer.
- Klette, K., Bergem, O. K. & Roe, A. (Eds.). (2015). *Teaching and Learning in Lower Secondary Schools in the Era of PISA and TIMSS*. Amsterdam: Springer.
- Klette, K., Blikstad-Balas, M. & Roe, A. (2017). Linking Instruction and Student Achievement. A research design for a new generation of classroom studies. *Acta Didactica Norge*, 11(3), 19. <https://doi.org/10.5617/adno.4729>
- Knain, E. & Kolstø, S. D. (2011). *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Knain, E., & Kolstø, S. D. (2019). *Elever som forskere i naturfag* (2nd ed.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2019). Teaching and Learning of Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry: Building Capacity through Systematic Research-Based Professional Development. *Journal of Science Teacher Education*, 30(7), 737–762. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2019.1625572>
- Lederman, N. G., Lederman, J. S. & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3).
- Liu, S., Bell, C., Jones, N. & McCaffrey, D. (2019). Classroom observation systems in context: A case for the validation of observation systems. *International Journal of Policy, Practice and Research*, 31(1), 61–95.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A. & Clough, M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *An analysis of research, theory and practice*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Mercer, N. (1995). *The Guided Construction of Knowledge. Talk amongst Teachers and Learners*. Philadelphia: Multilingual Matters LTD.
- Mestad, I. (2019). Djupneforståing gjennom utforskande arbeidsmåtar. In Holt, Voll, &

- Øyehaug (Eds.), *Dybdeløring i naturfag* (pp. 236–260). Oslo: Universitetsforlaget.
- Millar, R. (2010). Practical work. In J. Osborne & J. Dillon (Eds.), *Good Practice in Science Teaching: What research has to say*. Glasgow: McGrawHill Open University Press.
- Ohlsson, S. (2011). *Deep learning: How the mind overrides experience*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pellegrino, J. W. & Hilton, M. . (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. Washington D.C.: National Academies Press.
- Praetorius, A.-K. & Charalambous, C. Y. (2018). Classroom observation frameworks for studying instructional quality: Looking back and looking forward. *ZDM Mathematics Education*, 50(3), 535–553.
- Sharpe, R. & Abrahams, I. (2020). Secondary school students' attitudes to practical work in biology, chemistry and physics in England. *Research in Science and Technological Education*, 38(1), 84–104. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1597696>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–31.
- Snell, J. (2011). Interrogating video-data: Systematic quantitative analysis versus micro-ethnographic analysis. *International Journal of Social Research Methodology*.
- Treagust, D. F. & Tsui, C.-Y. (2012). General Instructional Methods and Strategies. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education, Volume 2*.
- Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplanverket for Kunnskapsløftet*. Oslo.
- Utdanningsdirektoratet. (2019). *Læreplan i naturfag (NAT01-04)*. Retrieved from <https://www.udir.no/lk20/nat01-04>
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i naturfag (NAT01-04)*.
- Witteck, L. & Kvernbeek, T. (2011). On the Problems of Asking for a Definition of Quality in Education. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 55(6), 671–684. <https://doi.org/10.1080/00313831.2011.594618>
- Ødegaard, M. & Arnesen, N. E. (2010). Hva skjer i naturfagklasserommet? – resultater fra en videobasert 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. & Sorvik, 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>

Ødegaard, M., Haug, B. S., Mork, S. M. & Sørvik, G. O. (2016). *På forskerføtter i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.

VEDLEGG

Vedlegg A: Observasjonsmanual

Forfattere

Marianne Ødegaard (prosjektleder), Marit Kjærnsli, Solveig Karlsen, Mai Lill Suhr Lunde, Eva Kristin Narvhus, Magne Olufsen og Johannes Sæleset.

Introduksjon

En sentral metode i LISSI-prosjektet er analyse av videoopptak av naturfagsundervisning i norsk skole. Denne observasjonsmanualen ble utviklet med det formål å analysere slike videodata. Utgangspunktet for LISSI-prosjektet var å studere utforskende arbeidsmåter i naturfag, men observasjonsmanualen retter seg også mot generelle undervisningspraksiser i klasserommet. Manualen er basert delvis på eksisterende observasjonsmanualer for undervisningskvalitet (Grossman et al., 2013; Horton, Marshall, & White, 2009; Ødegaard, Haug, Mork, & Sørvik, 2016), og inneholder kategorier fra disse manualene (referanser er notert til hver kategori). Noen av kategoriene er beholdt i sin opprinnelige form, men de fleste er modifisert for å kunne beskrive naturfagsundervisning.

Kategoriene er organisert i fem dimensjoner av undervisning. De fem dimensjonene er utforskning, tilrettelegging for elevdeltakelse, faglig fordypning, kognitiv aktivering og klasseledelse. Observasjonsmanualen er organisert på følgende måte:

Utforskning	Tilrettelegging for elevdeltakelse	Faglig fordypning	Kognitiv aktivering	Klasseledelse
• Forberedelse • Datainnsamling • Konsolidering • Frihetsgrader • Naturviten- skapens egenart	• Bruk av læringsmateriale • Lærerrolle • Elevdeltakelse • Klasseromsamtale • Praktisk aktivitet	• Presentasjon av fagstoff • Faglig dybde • Bruk av faglig språk • Tilbakemelding	• Kobling til tidligere kunnskap • Intellektuell utfordring • Elevrefleksjon	• Atferd • Tidsbruk

Når undervisning analyseres, gis kategoriene koder som beskriver undervisningskvalitet i hver kategori. Bruk av observasjonsmanualen baseres på 15-minutters undervisningssegmenter. Hvert segment vurderes opp mot alle kategoriene, som kodes fra 1-4. Kode 1 viser til ingen bevis for den aktuelle praksisen, kode 2 begrensede bevis, kode 3 viser bevis, men med noen begrensninger og kode 4 indikerer sterke bevis. Kode 3 og 4 beskriver altså en høyere undervisningskvalitet enn kode 1 og 2. Noen kategorier kodes i underkategorier som slås sammen til en samlet kode. Siden hver kategori har

fokus på enkeltelementer av undervisningskvalitet, er det ikke forventet at enhver undervisningstime skal oppnå høy kode i alle kategorier. Vi vil understreke at god undervisning kommer i ulike former, som også er avhengig av konteksten.

Utforsking

Denne dimensjonen består av fem kategorier: *Forberedelse*, *Datainnsamling*, *Konsolidering*, *Frihetsgrader* og *Naturvitenskapens egenart*. De tre første tilsvarer viktige faser i utforskende undervisning. I forberedelsesfasen vekkes elevenes undring, det stilles spørsmål og utforskingen planlegges. I datainnsamlingsfasen samler elevene data fra primære og sekundære kilder (egne observasjoner eller andres observasjoner/kunnskap). I konsolideringsfasen bygger elevene kunnskap på bakgrunn av innsamlede data. Disse kategoriene er utviklet spesifikt rettet mot utforskende undervisning i naturfag og for å kunne fange opp naturvitenskapens egenart. Kategoriene er egenutviklede med basis i litteraturen.

Forberedelse	
Kategorien fokuserer på forberedelsesfasen i utforskende undervisning. Her legger læreren til rette for utforsking ved å vekke undring blant elevene, og elever eller lærer stiller spørsmål, lager hypotese eller prediksjon. Undervisning som gis lav kode, kan inneholde undringsaktiviteter, men det blir ikke utviklet en prediksjon, en hypotese eller et forskbart spørsmål. <i>Forberedelse</i> gis høy kode dersom lærer eller elever utvikler et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon som skal utforskes. Ref.: Bybee, Taylor, Gardner, Van Scotter, Powell, Westbrook & Landes (2006), Knain & Kolstø (Knain & Kolstø, 2011) og Ødegaard et al. (2016).	
Kode 1	Undervisningen inneholder ikke undringsaktiviteter, prediksjoner, hypotesedannelse, forskbart spørsmål eller aktivering av forkunnskaper.
Kode 2	Lærer initierer undringsaktiviteter eller aktiverer elevenes forkunnskaper. Det blir ikke utviklet en prediksjon, en hypotese eller et forskbart spørsmål.
Kode 3	Lærer eller elever utvikler et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon. Elevene planlegger en utforsking basert på et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon som er gitt av lærer eller andre.
Kode 4	Elevene planlegger en utforsking basert på deres egne forskbare spørsmål, hypoteser eller prediksjoner.

Datainnsamling	
Kategorien fokuserer på datainnsamlingsfasen i utforskende undervisning. Her gjør elevene observasjoner eller henter informasjon fra ulike kilder. Undervisning som gis lav kode, inneholder ikke datainnsamling, eller data samles inn uten et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon som grunnlag. Datainnsamling gis høy kode dersom elever samler inn, dokumenterer og systematiserer data for å finne svar på et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon. Ref.: Bybee et al. (2006), Knain & Kolstø (2011) og Ødegaard et al. (2016).	
Kode 1	Elevene samler ikke inn data.
Kode 2	Elevene samler inn data. Et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon trenger ikke å være til stede.
Kode 3	Elevene samler inn data for å finne svar på et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon. Dataene blir dokumentert.
Kode 4	Elevene samler inn data for å finne svar på et forskbart spørsmål, en hypotese eller en prediksjon. Dataene blir dokumentert og systematisert. Eksempel: Å lage en tabell er en form for systematisering eller kategorisering av data.
Konsolidering	
Kategorien fokuserer på konsolideringsfasen i utforskende undervisning. Her lager elevene forklaringer og trekker slutninger på bakgrunn av innsamlede data, og diskuterer hva observasjonene betyr eller henter informasjon fra ulike kilder. I undervisning som gis lav kode, diskuterer elevene ikke data, eller lager bare enkle forklaringer. Konsolidering gis høy kode dersom elevene trekker konklusjoner fra data, og diskuterer implikasjoner. Ref.: Bybee et al. (2006), Knain & Kolstø (2011) og Ødegaard et al. (2016).	
Kode 1	Elevene diskuterer ikke observasjoner eller data.
Kode 2	Elevene lager enkle beskrivelser basert på observasjoner eller data. Eksempel: Bønnene falt av på papiret med vann og salt, men ikke på papiret med mel og vann.
Kode 3	Elevene trekker konklusjoner fra data. De begrunner ut fra empiriske data. Eksempel: Lim av mel og vann fungerer bedre enn lim av salt og vann fordi bønnene ikke faller av mel og vann-papiret.
Kode 4	Elevene trekker konklusjoner fra data og diskuterer disse opp mot naturfaglig kunnskap og/eller diskuterer hva konklusjonene betyr. Eksempel: Lim av mel og vann fungerer bedre enn lim av salt og vann på grunn av at glutenet i melet gjør limet klissete.

Frihetsgrader	
Kategorien fokuserer på graden av frihet i aktiviteten eller utforskingen elevene holder på med. Et sentralt element er om elevene har anledning til å planlegge eksperimenter eller finne egne spørsmål å utforske. Kategorien omfatter også i hvor stor grad resultatene er gitt på forhånd eller er kjent for læreren. I undervisning som gis lav kode, tar elevene få valg i undervisningen. I undervisning med høy kode bestemmer elevene minst to av følgende momenter: problemstilling eller spørsmål som skal undersøkes, metode som brukes for å finne svar og resultat eller svar. Ref.: Gyllenpalm, Wickman & Holmgren (2010) og Herron (1971).	
Kode 1	Undervisningen har ikke elementer som innebærer at elevene tar valg (spørsmålsformulering, bruk av metoder eller tolkning av resultater).
Kode 2	Det er én frihetsgrad. Elevene bestemmer selv ett av følgende momenter: - Problemstilling eller spørsmål som skal undersøkes. - Metode som brukes for å finne svar. - Resultat eller svar (elevene vet ikke resultatet på forhånd).
Kode 3	Det er to frihetsgrader. Elevene bestemmer selv to av følgende momenter: - Problemstilling eller spørsmål som skal undersøkes. - Metode som brukes for å finne svar. - Resultat eller svar (elevene vet ikke resultatet på forhånd).
Kode 4	Elevene bestemmer selv alle de tre følgende momenter: - Problemstilling eller spørsmål som skal undersøkes. - Metode som brukes for å finne svar. - Resultat eller svar (elevene vet ikke resultatet på forhånd).

Naturvitenskapens egenart

Kategorien fokuserer på om læreren inkluderer aspekter av naturvitenskapens egenart (NOS) i segmentet. Det er inkludert åtte aspekter her som kan kjennetegne naturvitenskapen. To aspekter gjelder grunnleggende skiller i naturvitenskapen: Skillet mellom observasjon og slutning og mellom teori og lov. Fem aspekter gjelder kjennetegn ved naturvitenskapelig kunnskap:

- 1) slik kunnskap er empirisk begrunnet (basert på og/eller avledet fra observasjoner av naturen),
- 2) naturvitenskap involverer nødvendigvis resonnering, kritisk tenkning, fantasi og kreativitet (involverer å komme med nye forklaringer),
- 3) naturvitenskap er foreløpig (i endring),
- 4) naturvitenskap er subjektivt (teoristyrte), og
- 5) naturvitenskap er sosialt og kulturelt påvirket (naturvitere er påvirket av sosiale strukturer, maktstrukturer, politikk, sosioøkonomiske faktorer, filosofi og religion).

Ett aspekt gjelder enhet mellom de ulike naturfagene (fysikk, kjemi, biologi, geologi etc.). Dette aspektet fremhever integrering av kunnskap på tvers av naturfagene (kobler uttrykkelig sammen naturfagdisiplinene utover å undervise emner som relaterer til flere disipliner). I undervisning som gis lav kode for *Naturvitenskapens egenart* inkluderer læreren ingen aspekter av naturvitenskapens egenart eksplisitt i undervisningen. *Naturvitenskapens egenart* gis høy kode dersom læreren refererer eksplisitt til minst ett aspekt av naturvitenskapens egenart på en måte som gir elevene forståelse for naturvitenskapens egenart.

Ref.: Lederman, Lederman & Antink (2013).

Kode 1	Lærer inkluderer ikke aspekter av naturvitenskapens egenart.
Kode 2	Lærer inkluderer minst ett aspekt av naturvitenskapens egenart i undervisningen. Aspektene er likevel ikke eksplisitt referert til. Likevel, med slik undervisning over tid, vil elevene utvikle forståelse av naturvitenskapens egenart. Eksempel: Utforsking uten at læreren uttrykkelig legger vekt på verdien av datainnsamling (empirisk begrunnet).
Kode 3	Lærer refererer eksplisitt til minst ett aspekt av naturvitenskapens egenart i undervisningen. Koblinger mellom naturvitenskapens egenart og dagens time er klar nok til å gi forståelse av naturvitenskapens egenart. Eksempel: Utforsking med uttrykkelig oppmerksomhet på hvorfor det er nødvendig med empiriske bevis for å konkludere i et argument, og at naturvitenskapens egenart dermed har et subjektivt aspekt.
Kode 4	Lærer refererer eksplisitt til minst ett aspekt av naturvitenskapens egenart i undervisningen. Koblinger mellom naturvitenskapens egenart og dagens time er klar nok til å gi dyp forståelse av naturvitenskapens egenart. Elevene viser forståelse av naturvitenskapens egenart. Eksempler: - Sier noe selv om at de jobber som forskere. - Viser i prosessen at dette er en forskerprosess. - Elevene uttrykker forståelse av hvordan de har brukt sine data til å forklare et begrep eller fenomen, og sammenligner dette med hvordan naturvitenskaplig utforsking blir utført. - Læreren legger vekt på behovet for kreative løsninger i introduksjonen til utforsking, og snakker om forskere som kreative.

Tilrettelegging for elevdeltakelse

Denne dimensjonen består av seks kategorier: *Bruk av læringsmateriale*, *Lærerrolle*, *Elevdeltakelse*, *Tilbakemelding*, *Klasseromssamtale* og *Praktisk aktivitet*. Disse kategoriene fokuserer på hvordan læreren legger til rette for at elevene kan delta aktivt i undervisningen. Det er i hovedsak hvordan læreren gjennomfører aktiviteter som spiller inn på kodingen, men i kategorien *Elevdeltakelse* vurderes elevene isolert fra læreren.

Bruk av læringsmateriale	
Kategorien fokuserer på om læreren legger til rette for at elevene deltar i aktiviteter og diskusjoner som er basert på læringsmateriale. Eksempler på læringsmateriale: objekter, lærebøker, arbeidsark, diagrammer, nettsider, videoer, tavle, smarttavle eller annet undervisningsmateriale.	
I undervisning som kodes høyt for <i>Bruk av læringsmateriale</i> , bruker læreren materialet til å oppnå et større mål: at elevene skal få høy naturfaglig kompetanse. Elevene bruker læringsmaterialet aktivt over lenger tid for å fordype seg i naturfaglige begreper. I undervisning som kodes lavt for <i>Bruk av læringsmateriale</i> , er det ikke læringsmateriale til stede, eller det er ikke i bruk.	
Modifisert etter PLATO (Grossman et al., 2013).	
Kode 1	Det er ikke læringsmateriale til stede i klasserommet, eller det er ikke i bruk.
Kode 2	Det er læringsmateriale til stede i klasserommet. Elevers referanser til materialet fokuserer på gjengivelse av spesifikke detaljer. Eksempel: Læreren viser en film. Etter at filmen er ferdig, ber læreren elevene om å fortelle læringspartner hva de har sett (gjengivelse).
Kode 3	Læreren legger til rette for undervisningsaktiviteter eller diskusjoner som krever at elever aktivt bruker læringsmateriale. Elevene må bruke læringsmaterialet til å finne grunnlag for spesifikke faglige momenter, og på denne måten bruke materialet til å danne seg en forståelse av naturfaglige begreper og fenomener. Eksempel: Læreren viser en film. Etter at filmen er ferdig, ber læreren elevene om å trekke slutninger eller forklare det de har sett.
Kode 4	Læreren legger til rette for undervisningsaktiviteter eller diskusjoner som krever at elever aktivt bruker læringsmateriale over en lengre periode (mer enn 7 minutter). Elevene må bruke læringsmaterialet til å finne grunnlag for spesifikke faglige momenter, og på denne måten bruke materialet til å danne seg en forståelse av naturfaglige begreper og fenomener.

Lærerrolle	
Kategorien fokuserer på hvordan læreren legger til rette for elevaktiviteter og samtaler mellom elever. Undervisning der læreren står i fokus, kodes lavt. Undervisning gis høy kode dersom læreren ofte legger til rette for elevaktivitet eller samtale mellom elever. Ref.: EQUIP (Horton et al., 2009).	
Kode 1	Det er læreren som står i fokus i timen. Det er sjeldent at læreren legger til rette for elevaktiviteter eller samtaler mellom elever.
Kode 2	Det er læreren som står i fokus i timen. Det er av og til at læreren legger til rette for elevaktiviteter eller samtaler mellom elever.
Kode 3	Læreren legger til rette for elevaktiviteter eller samtaler mellom elever i minst tre tilfeller.
Kode 4	Læreren legger gjennomgående og effektivt til rette for elevaktiviteter eller samtaler mellom elever. Halve segmentet inneholder samtaler mellom elever, eller elevene arbeider sammen for å løse en oppgave.

Elevdeltakelse	
Kategorien fokuserer på elevenes deltagelse i aktiviteter: I hvilken grad elever er aktive eller passive, i hvilken grad elever deltar i flere aktiviteter, og hvor mange elever som er aktive. Aktiviteter kan være elevøvelser, diskusjoner og andre oppgaver. Undervisning der elevene stort sett er passive, kodes lavt. Undervisning gis høy kode dersom elevene er aktive i sin læring. Ref.: EQUIP (Horton et al., 2009).	
Kode 1	Elever er gjennomgående passive i sin læring (de tar notater, leser). Elever er bare mottakere uten å delta aktivt.
Kode 2	Elever er i liten grad aktive i sin læring. De er aktive i korte stunder eller i liten grad gjennom segmentet.
Kode 3	Elever er aktive i sin læring. De er involvert i diskusjoner, undersøkelser eller andre aktiviteter, men ikke gjennomgående og tydelig fokusert.
Kode 4	Elever er gjennomgående aktive i sin læring. De er svært aktive flere ganger gjennom segmentet og tydelig fokusert på oppgaven.

Klasseromssamtale

Kategorien fokuserer på elevenes muligheter for utvidete naturfaglige samtaler med lærer eller med medelever, og i hvilken grad lærer og elever plukker opp, bygger videre på og avklarer hverandres ideer.

Klasseromssamtale kodes lavt når læreren snakker mesteparten av tiden. *Klasseromssamtale* kodes også lavt dersom lærer eller elever responder sjelden eller kort på elevinnspill. I slik klasseromssamtale bygger ikke lærer og elever på hverandres innspill. *Klasseromssamtale* kodes på høyt nivå når elevene er engasjert i utdypende, sammenhengende og fokuserte diskusjoner hvor lærer og elever bygger på hverandres bidrag og oppfordrer hverandre til å forklare og beskrive sine ideer nærmere.

Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013).

Underkategorier	Opptak av elevinnspill	Mulighet for elevsamtale
Kode 1	Lærer eller elever responderer sjelden eller aldri på elevers innspill om naturfaglig innhold.	Det er få eller ingen muligheter for elever å ha samtaler knyttet til naturfag. Lærer snakker, gir en lang introduksjon til en oppgave/aktivitet, eller lukket diskusjon i mindre enn 5 minutter.
Kode 2	Lærer eller elever responderer kort og overflatisk på elevers innspill, og responsen bidrar ikke til å utdype eller utvikle innspillene (f.eks. gjentar uten bruk av faglig språk, kun uttalelser som «Jeg er enig/uenig», som ikke refererer spesifikt til et tidligere innspill). Alternativt responderer lærer i hovedsak kort og overflatisk på elevinnspill, ispedd enkelte tilfeller av opptak på høyere nivå.	Det finnes enkelte muligheter for korte naturfaglige elevsamtaler, men disse er lærerstyrte. For eksempel lukket diskusjon i mer enn 5 minutter, eller åpen diskusjon (i hel klasse, grupper, par) i mindre enn 5 minutter.
Kode 3	Lærer eller elevers bidrag har likevekt mellom korte responser og minimum 2 tilfeller med opptak på høyt nivå (f.eks. gjentakelse med faglig språk, spør etter forklaring, utdyping eller bevis). Det er mange tilfeller hvor lærer eller elever tar opp elevers innspill.	Lærer gir mulighet for minst 5 minutter naturfaglig samtale mellom lærer og elever og/eller mellom elever. Noen elever deltar i samtalen og/eller lytter aktivt, men det er kun 2-3 elever som primært er deltakende. Det kan fortsatt være overvekt av lærerstyrt samtale med noen åpne spørsmål. Elevstyrte samtaler som etter hvert sporer av hører også til dette nivået.
Kode 4	Lærer eller elever gjør gjennomgående opptak av elevenes innspill ved å respondere på måter som bygger ut elevenes ideer, eller legge til rette for at elever utvider, forklarer og spesifiserer tenkningen sin.	Lærer gir mulighet for minst 5 minutter naturfaglig samtale mellom lærer og elever og/eller mellom elever. Flesteparten av elevene deltar i samtalen og/eller lytter aktivt, og elevene responderer på hverandres utsagn/ideer, selv om det fortsatt er læreren som styrer samtalen. Spørsmålene som styrer samtalen er hovedsakelig åpne, og samtalen er fokusert og på rett spor.

Praktisk aktivitet	
Kategorien fokuserer på om undervisningen inneholder praktiske aktiviteter der elevene bruker objekter utover materiale til lesing og skriving. Eksempler på praktiske aktiviteter er rollespill og forsøk. Undervisning gis lav kode dersom elevene kun er involvert i aktiviteter der elevene bruker materiale til lesing og skriving, slik som bøker, papir, skrivesaker eller datamaskiner. Praktiske aktiviteter som knyttes eksplisitt til læring av naturfaglige begreper, gis en høy kode. Ref.: Abrahams & Reiss (2012); Millar (2010).	
Kode 1	Elevene deltar ikke i aktiviteter som inneholder praktiske aktiviteter eller aktivitetene er begrenset til bruk av materiale til lesing og skriving. Eksempel: Elevene leser på en nettside om biologisk mangfold.
Kode 2	Elevene deltar i aktiviteter der de bruker objekter utover materiale til lesing og skriving. Aktivitetene er imidlertid ikke eksplisitt knyttet til læring av naturfaglige begreper. Eksempel: Elevene gjør klart utstyr for et eksperiment, eller henter ut en mineralsamling til pultene sine uten å få noen faglige instruksjoner eller diskuterer det de ser.
Kode 3	Elevene deltar i undervisningsaktiviteter der de bruker objekter utover de som trengs til lesing og skriving. Aktivitetene er eksplisitt knyttet opp mot læring av naturfaglige begreper. Eksempel: Elevene blir bedt om å hoppe opp og ned for å forbrenne energien i et flak potetgull.
Kode 4	Elevene er involvert i undervisningsaktiviteter der de bruker objekter utover de som trengs til lesing og skriving. Aktivitetene er eksplisitt knyttet opp mot læring av naturfaglige begreper, og det kommer frem at elevene knytter aktiviteten til læringen. Eksempel: Elevene blir bedt om å hoppe opp og ned for å forbrenne energien i et flak potetgull og diskuterer hvordan potetgullflaket forbrennes i kroppen.

Faglig fordypning

Denne dimensjonen består av fire kategorier: *Presentasjon av fagstoff*, *Faglig dybde*, *Bruk av faglig språk* og *Tilbakemelding*. Disse kategoriene fokuserer på hvordan læreren formidler kunnskap om faglige begreper til elevene. Faglige begreper inkluderer naturfaglige begreper og fenomener, begreper på utstyr og forskerord. Kategorien *Faglig dybde* berører også elevenes kunnskap.

Presentasjon av fagstoff	
Kategorien fokuserer på hvordan læreren presenterer det naturfaglige fagstoffet i timen. Fokus er om fagstoffet presenteres korrekt og forståelig for elevene. <i>Presentasjon av fagstoff</i> er basert på Lee Shulmans (1986) begrep pedagogical content knowledge (PCK), som beskriver læreres kunnskap om hvordan spesifikke tema presenteres på en forståelig måte. Dette inkluderer kunnskap om gode representasjoner og hva som gjør temaet lett eller vanskelig. <i>Presentasjon av fagstoff</i> omfatter lærerens evne til å formidle fagstoff gjennom hensiktsmessige forklaringer, eksempler, illustrasjoner, modeller og analogier. Kun presentasjon som er observerbar skal vurderes. (Bøker og arbeidsark som ikke diskuteres skal ikke vurderes.) Både presentasjon for hele klassen og i dialog med enkeltelever og grupper er relevant for kodingen. <i>Presentasjon av fagstoff</i> gis lav kode når læreren ikke presenterer fagstoff, eller presentasjonen har feil eller mangler. Når læreren gir nyanserte, klare presentasjoner og hjelper elever til å skille mellom begreper og tema som er forskjellige, gis en høy kode. Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013).	
Kode 1	Læreren presenterer ikke fagstoff, eller presentasjonen er preget av feil og mangler.
Kode 2	Lærerens presentasjon er ufullstendig eller overfladisk, og går ikke i dybden av fagstoffet. Representasjonene fungerer bare delvis for å utdype begrepet.
Kode 3	Lærerens presentasjon er korrekt og presis, og er tilstrekkelig for å belyse naturfaglige begreper. Læreren kan også oppklare eventuelle misforståelser hos elever, men legger ikke vekt på å nyansere begreper eller komme med eksempler for å skille mellom ulike sider ved relaterte begreper.
Kode 4	Lærerens presentasjon er korrekt og presis, og oppklarer elevers misforståelser. Læreren utdyper nyanser ved ulike begreper og tema, gjerne med ulike eksempler og modeller, eller ved å legge vekt på å nyansere begreper eller komme med eksempler for å skille mellom ulike sider ved relaterte begreper.

Faglig dybde		
Kategorien er todelt og består av lærerpresentasjon og elevkunnskap. Lærerpresentasjon fokuserer på om læreren presenterer fagstoffet med dybde, og om det settes i en større sammenheng. Elevkunnskap fokuserer på hvordan elever viser sin kunnskap. Lærerpresentasjon gis lav kode når fagstoffet presenteres overfladisk. Dersom læreren presenterer fagstoffet med dybde og i sammenheng, kan det gis en høy kode. Elevkunnskap gis en lav kode når elevene viser lite eller overfladisk kunnskap. Høy kode for elevkunnskap kan gis når elevene viser forståelse for begreper i sammenheng. Ref.: EQUIP (Horton et al., 2009); Bravo, Cervetti, Hiebert & Pearson (2008); Haug & Ødegaard (2014b).		
Underkategorier	Lærerpresentasjon	Elevkunnskap
Kode 1	Fagstoffet presenteres bare overfladisk.	Elevene viser kunnskap om hvordan begreper høres eller ser ut. Fagbegreper uttrykkes ikke nødvendigvis av elever.
Kode 2	Læreren presenterer til en viss grad faglig dybde, men setter ikke fagstoffet i en større sammenheng.	Elevene viser at de kjenner til eller kan definere naturfaglige begreper på et generelt nivå. Elevene viser liten forståelse for hva begrepene betyr.
Kode 3	Læreren presenterer faglig dybde og setter fagstoffet delvis i en større sammenheng.	Elevene viser forståelse for sammenhengen mellom det aktuelle begrepet og andre ord og begreper. Eller: Elevene er i stand til å velge korrekte begreper i en kontekst. De kan bruke fagbegreper i ulike setninger.
Kode 4	Læreren presenterer faglig dybde og setter fagstoffet klart og tydelig i en større sammenheng.	Minst to elever bruker begreper i en kontekst når de arbeider utforskende. De setter begrepene i sammenheng med empiriske data og/eller en større sammenheng. Eller: Minst to elever bruker fagbegreper som viser at de har begynnende forståelser for fenomenet det undervises i. De kan løse problemer i nye situasjoner ved å ta i bruk ervervet kunnskap.

Bruk av faglig språk	
Kategorien fokuserer på hvordan læreren bruker naturfagbegreper i segmentet, om begrepene forklares og i hvilken grad elever oppfordres til å bruke relevante fagbegreper. Undervisning gis høy kode dersom lærer gjennomgående bruker og forklarer fagbegreper, og elever får anledning til å bruke disse. Undervisning gis lav kode dersom fagspråk ikke blir brukt, eller ikke blir forklart. Modifisert etter PLATO (Grossman et al., 2013).	
Kode 1	Læreren verken introduserer, definerer eller ber elever bruke fagbegreper.
Kode 2	Læreren introduserer/definerer sjelden fagbegreper. Læreren og elevene bruker ikke fagbegreper i klasseromsdiskusjonen. Eller: Læreren bruker fagbegreper uten å forklare hva de betyr.
Kode 3	Læreren introduserer, fremkaller, inkluderer og understreker fagbegreper ofte.
Kode 4	Læreren introduserer, fremkaller, inkluderer og understreker fagbegreper regelmessig og gjennomgående i timen. Læreren gir elevene mange muligheter til å bruke begrepene.

Tilbakemelding

Kategorien fokuserer på kvaliteten på tilbakemeldinger som elever får når de bruker naturfaglige ferdigheter, begreper eller strategier. Tilbakemeldinger inkluderer både kommentarer på kvaliteten på elevarbeid og forslag til hvordan elever kan gjøre det bedre.

Tilbakemeldinger som kodes høyt, kjennetegnes ved å være spesifikke og rettet mot sentrale ferdigheter i en aktivitet. Tilbakemeldingene hjelper elever til å forstå kvaliteten på eget arbeid, og hjelper elever til å prestere siden de får bedre forståelse av hva en aktivitet går ut på. Tilbakemeldinger som kodes lavt kjennetegnes ved at de er vage og svakt knyttet til elevarbeid. Forslag til forbedringer er ofte prosessuelle, det vil si fokusert på instruksjoner for oppgaven i stedet for ferdigheter og kunnskap som elevene trenger. Disse kommentarene hjelper ikke elever til å måle egen fremgang eller bli flinkere til å løse oppgaven. Det kan også hende at svake tilbakemeldinger skaper forvirring eller misforståelser.

Tilbakemeldinger kan gis mens elever jobber med en oppgave eller etter at en oppgave har blitt fullført. Lærere kan også rette elevene mot en ny aktivitet ved å gi tilbakemelding på tidligere arbeid. For eksempel «Jeg la merke til at mange av dere var flinke til å bruke fagbegreper da dere snakket om magneter, så vi kommer til å bygge videre på det når vi skal skrive rapporten om magneter.»

Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013).

Kode 1	Læreren gir ikke tilbakemelding til elever.
Kode 2	Læreren eller elever gir tilbakemelding som er vage, repeterende eller misvisende (f.eks., «bra jobba,» «riktig», «nei»). Forslag til hvordan elever kan bli flinkere fokuserer heller på prosedyrer enn fag. Lærerspørsmål som foreslår neste steg eller forbedringer, tilhører denne koden (f.eks. «Har du tenkt å legge til flere detaljer?»).
Kode 3	Læreren eller elever gir tilbakemelding som er knyttet til spesifikke elevarbeider eller idéer. Tilbakemeldinger er konstruktive og tydelige. Forbedringsforslag er en blanding av prosessuelle og faglige.
Kode 4	Læreren eller elever gir regelmessig tilbakemelding som er knyttet til spesifikke elevarbeider eller idéer. Tilbakemeldinger er konstruktive og tydelige. Forbedringsforslag er hovedsakelig faglige. Læreren gir tilbakemelding som hjelper elevene til å oppklare misforståelser/hverdagsforestillinger.

Kognitiv aktivering

Denne dimensjonen består av tre kategorier: *Kobling til tidligere kunnskap*, *Intellektuell utfordring* og *Elevrefleksjon*. Disse kategoriene fokuserer på i hvilken grad undervisningen utfordrer elevene kognitivt og fremmer refleksjon over forkunnskap og egen læring. Kategoriene retter seg mot lærerens aktivitet, og ikke hva elevene gjør.

Kobling til tidligere kunnskap	
Kategorien har fokus på i hvilken grad og hvordan læreren knytter elevenes tidligere fagkunnskap og personlige erfaringer til ny kunnskap i segmentet. Her er kunnskap og erfaringer både i og utenfor klasserommet inkludert. Forskning tyder på at det å knytte sammen ny kunnskap med det elevene tidligere har lært vil øke mulighetene for en dypere forståelse av fagstoffet, i tillegg til at elevene selv danner forbindelser mellom ny og tidligere kunnskap. Koblinger til tidligere kunnskap som ikke settes tydelig i sammenheng med dagens undervisningsøkt, gis lav kode. Undervisning gis høy kode dersom læreren bygger på tidligere kunnskap for å videreutvikle kunnskaper og ferdigheter, i tråd med målet for timen. Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013).	
Kode 1	Verken lærer eller elever refererer til tidligere undervisning. Læreren fremkaller ikke elevenes forkunnskaper.
Kode 2	Læreren eller elevene kan referere kort eller overfladisk til tidligere undervisning, eller læreren forsøker å fremkalle elevenes forkunnskaper. Forbindelser mellom tidligere kunnskap og dagens undervisningsøkt er ikke tydelige.
Kode 3	Læreren fremkaller eller refererer til elevenes tidligere akademiske kunnskap eller personlige erfaringer flere ganger. Forbindelser mellom tidligere kunnskap og dagens økt er tydelige nok til å kunne bidra til at elevene forstår det nye fagstoffet.
Kode 4	Læreren eller elevene refererer eksplisitt til tidligere undervisning og/eller fremkaller elevenes tidligere kunnskap (ett eller flere klare eksempler). Forbindelser mellom tidligere kunnskap og nye naturfaglige begreper eller oppgaver er tydelige, eksplisitte og spesifikt knyttet til det nye lærestoffet.

Intellektuell utfordring

Kategorien *Intellektuell utfordring* fokuserer på i hvilken grad elevene utfordres kognitivt av aktivitetene de er engasjert i. Kognitivt utfordrende aktiviteter bidrar til at elevene tenker analytisk eller slutningsbasert. I motsetning krever mindre utfordrende aktiviteter bare at elevene pugger eller kan utenat. *Intellektuell utfordring* er også avhengig av i hvilken grad lærerspørsmål krever analytisk eller slutningsbasert tenkning.

I helklasseundervisning skal koding av *Intellektuell utfordring* baseres på delen av arbeidet som er slutningsbasert eller analytisk. Når læreren underviser og spør grupper eller enkeltelever, bestemmes *Intellektuell utfordring* ut fra aktivitetene slik de presenteres av læreren. Undervisningen justeres på bakgrunn av kommentarer og spørsmål fra elever og lærer.

Kognitivt utfordrende spørsmål kan opprettholde eller heve graden av intellektuell utfordring i undervisningen, og skal dermed kodes høyt for *Intellektuell utfordring*. Motsatt vil spørsmål og kommentarer som fokuserer på å gjenkjenne og huske begreper, eller fokuserer på prosedyrer i ellers utfordrende oppgaver, bidra til lav kode for *Intellektuell utfordring*.

Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013).

Kode 1	Lærer legger til rette for aktiviteter eller oppgaver der elevene nesten bare trenger å pugge eller kunne utenat. Aktiviteter som å lese stille, høre på en forelesning eller se en film uten at elevene har fått oppgaver av analytisk eller reflekterende art, kodes på dette nivået.
Kode 2	Lærer legger til rette for aktiviteter eller oppgaver der elevene nesten bare trenger å pugge eller kunne utenat, men en liten del (10-50%) av segmentet oppfordrer til analyse, tolkning, trekke slutninger eller komme med ideer. Eksempel på at elevene må komme ideer: Lærer spør elevene hvorfor det er kaldt om vinteren og varmt om sommeren. Elevene foreslår at det er fordi vi er nærmere solen om sommeren. Læreren viser et bilde som illustrerer at dette ikke er tilfellet, og ber elevene om å diskutere og komme med ideer om hvorfor det er slik.
Kode 3	Lærer legger til rette for en blanding av aktiviteter eller oppgaver, som i størstedelen av segmentet (mer enn 50%) oppfordrer til analyse, tolkning, trekke slutninger eller komme med ideer, og som fokuserer lite på å pugge eller kunne utenat.
Kode 4	Lærer legger til rette for aktiviteter eller oppgaver som i stor grad fremmer sofistikert eller analytisk og slutningsbasert tenkning på høyt nivå, inkludert å komme med og vurdere ideer og informasjon og /eller begrunne svar og slutninger.

Elevrefleksjon

Denne kategorien fokuserer på i hvilken grad elevene oppfordres til å reflektere over hva de har lært og hva de har forstått om emnet.

Undervisning hvor læreren ikke ber elevene om å tenke over hva de har lært, eller gjengi hva timen har handlet om, gis lav kode. I undervisning med høy kode ber læreren eksplisitt elevene om å tenke over hvordan de har lært i løpet av timen, og fokus er på forståelse og å se sammenhenger mellom ny og eksisterende kunnskap.

Ref.: EQUIP (Horton et al., 2009).

Kode 1	Lærer oppfordrer ikke eksplisitt elevene til å tenke over hva de har lært.
Kode 2	Læreren oppfordrer elevene eksplisitt til å fortelle/skrive ned hva denne økta har handlet om. Dette holdes på et nivå der elevene kun trenger å gjengi hva timen har handlet om.
Kode 3	Læreren oppfordrer elevene eksplisitt til å forklare hva de har forstått av emnet de har jobbet med.
Kode 4	Læreren oppfordrer elevene eksplisitt til å fortelle/skrive ned hva de har forstått av emnet de har jobbet med, og kan knytte dette til tidligere kunnskap og/eller nye sammenhenger. Eller Læreren ber elevene eksplisitt om å tenke over <u>hvordan</u> de har lært i løpet av timen.

Klasseledelse

Denne dimensjonen består av to kategorier: *Atferd* og *Tidsbruk*. Disse kategoriene beskriver hvordan læreren arbeider med organiseringen av klasserommet og hvordan undervisningstiden benyttes til naturfaglige aktiviteter.

Atferd	
Denne kategorien fokuserer på i hvilken grad elevenes atferd er forenlig med hensikten for timen. Det ideelle klasserom er ikke nødvendigvis stille og kontrollert, det vil variere for ulike undervisningsformer. Det sentrale er om elevenes atferd er passende for oppgaven som er gitt. Et klasserom med god atferdshåndtering vil se annerledes ut i en time med oppgavejobbing enn i en time med utforskende arbeid i grupper. I undervisning som kodes på høyt nivå for <i>Atferd</i>, gjør elevene stort sett det de skal og responderer hurtig på beskjeder som «stille, vi må høre etter hva Ola sier». Gjentatte beskjeder om atferd kan være bevis for at elever ikke responderer. Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013).	
Kode 1	Klasserommet er uorganisert, og elevenes atferd er et stort hinder for læring. Det er mange tilfeller der forstyrrelser distraherer flertallet i klassen fra å lære. Ved eventuell reaksjon er konsekvensene ineffektive, eller lærer følger dem ikke opp.
Kode 2	Klasserommet er delvis uorganisert, og elevenes atferd er av og til et hinder for læring. Det kan være enkelte tilfeller av forstyrrelser som distraherer flertallet i klassen fra å lære, eller mange avbrytelser for å bedre elevenes atferd. Ved eventuell reaksjon er konsekvensene ineffektive eller lærer følger dem ikke opp.
Kode 3	Klasserommet er for det meste godt organisert. Elevenes atferd fremmer læring. Det kan være enkelte forstyrrelser som kan hindre læring for enkelte eller noen få elever, men ingen forstyrrelser som hindrer læring for flertallet. Ved eventuell reaksjon er konsekvensene klare og konsistente.
Kode 4	Klasserommet er velorganisert, elevens atferd fremmer læring. Det er ingen eller nesten ingen forstyrrelser eller avbrytelser som hindrer læring, og elevene kan i noen tilfeller justere egen og andres atferd. Ved eventuell reaksjon er konsekvensene klare og konsistente.

Tidsbruk	
Denne kategorien fokuserer på hvor mye av tiden elevene er engasjert i naturfagrelaterte aktiviteter. Det er fokus på om lærer organiserer klassen effektivt slik at mest mulig av tiden brukes på fagrelaterte ting. Tidsperioder med utenomfaglige aktiviteter kan forekomme på grunn av manglende prosedyrer og rutiner. I tillegg kan problemer med atferdshåndtering påvirke tidsbruk. For eksempel vil en lærer som bruker mye av hele klassens tid for å iredettesette elevers oppførsel, kodes lavt på <i>Tidsbruk</i>. Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013).	
Kode 1	Lærer gir ikke aktiviteter til elevene. Det er lange perioder (omtrent 5 minutter eller mer) med dødtid eller forvirring. Lite eller ingenting oppnås. Eventuelle overganger mellom aktiviteter tar mye tid og er veldig uorganisert.
Kode 2	Selv om lærer gir aktiviteter til elevene, er det lange perioder med dødtid (omtrent 2 til 5 minutter). Det brukes vesentlig mindre tid på aktivitetene enn planlagt. Eventuelle overganger mellom aktiviteter tar tid og er noe uorganisert.
Kode 3	Lærer gir aktiviteter, men det er noen korte perioder (omtrent 1 til 2 minutter) dødtid. Eventuelle overganger mellom aktiviteter flyter greit, selv om det er noe ineffektivt.
Kode 4	Undervisningen har god flyt, og det er mindre enn 1 minutt med dødtid. Lærer observerer elevene og justerer tiden på oppgaver deretter. Eventuelle overganger mellom aktiviteter flyter greit og effektivt, og krever lite tilrettelegging fra lærer.

Registreringer fra klasserommet

Registreringer fra klasserommet	
Helklasseundervisning	Det forekommer at elevene er samlet for felles undervisning.
Gruppearbeid	Det forekommer at elevene arbeider i grupper.
Individuelt arbeid	Det forekommer at elevene arbeider enkeltvis.
Dominerende klasseromsorganisering	Dominerende arbeidsform: helklasseundervisning, gruppearbeid eller individuelt arbeid.
Praktisk arbeid	Det forekommer at elevene arbeider med en praktisk aktivitet, som for eksempel forsøk eller prosjekter. Omfatter ikke arbeid med animasjoner og simuleringer eller tekstrelatert arbeid.

Vedlegg B: Beskrivelse av samlevariablene i spørreskjemaet

Ungdomstrinnet

Samlevariabler	Enkeltutsagn	Cronbach's Alpha
Elevenes interesse	Jeg liker å lære naturfag.	0,911
	Jeg skulle ønske at jeg ikke var nødt til å lære naturfag.	
	Naturfag er kjedelig.	
	Jeg lærer mye interessant i naturfag.	
	Jeg liker naturfag.	
	Jeg gleder meg til å lære naturfag på skolen.	
	Naturfag er et av de fagene jeg liker best.	
Elevforsøk	Elevene gjør forsøk i naturfagrommet.	0,759
	Elevene må diskutere vitenskapelige spørsmål.	
	Elevene blir bedt om å trekke konklusjoner fra et forsøk de har utført.	
	Elevene får lov til å planlegge sine egne eksperimenter.	
	Klassen diskuterer vitenskapelige undersøkelser.	
	Elevene blir bedt om å gjøre en undersøkelse for å teste alminnelige oppfatninger.	
Naturfagets egenart	Hvis du ønsker å finne ut om noe er sant, er det smart å gjøre et eksperiment.	0,836
	Noen ganger forandrer naturvitenskapelige oppfatninger seg.	
	Gode svar baserer seg på resultater fra mange forskjellige eksperimenter.	
	Det er viktig å gjennomføre eksperimenter mer enn én gang for å bli sikker på funnene.	
	Noen ganger endrer forskere i naturvitenskap oppfatning om hva som er sant i naturvitenskap.	
	Forklaringen på naturvitenskapelige fenomener endrer seg noen ganger i naturvitenskapelige bøker.	

Lærer forklarer	Hvis det er noe vi ikke forstår, forklarer naturfagslæreren det på en annen måte.	0,773
	Naturfagslæreren skjønner om elevene har forstått, eller om vi ikke har forstått.	
	Når naturfagslæreren underviser, tror han/hun at vi har forstått selv om vi ikke har det.	
	Naturfagslæreren har mange gode måter å forklare det vi skal lære på.	
	Naturfagslæreren forklarer vanskelige ting på en tydelig måte.	
	Naturfagslæreren gjennomgår stoffet for fort.	
Lærer utfordrer	Naturfagslæreren stiller spørsmål for å forsikre seg om at vi følger med når hun/han underviser.	0,799
	Når elevene svarer på spørsmål fra naturfagslæreren, ber han/hun dem om å begrunne svarene sine eller forklare dem bedre.	
	Naturfagslæreren godtar bare full innsats fra elevene i denne klassen.	
	Naturfagslæreren lar ingen få lov til å gi opp, selv om oppgavene er vanskelige.	
	Naturfagslæreren vil at jeg skal begrunne svarene mine – hvorfor jeg mener det jeg gjør.	
	I naturfagstimene lærer vi mye nesten hver gang.	
	I naturfagstimene lærer vi å rette feilene våre.	
Oppsummering og feedback	Naturfagslæreren tar seg tid til å oppsummere det vi lærer hver dag.	0,837
	Naturfagslæreren sjekker om vi har forstått det han/hun har lært oss.	
	Vi får nyttige kommentarer på oppgavene våre, slik at vi forstår hva vi har gjort feil.	
	Kommentarene jeg får på arbeidet mitt i naturfagstimene, hjelper meg til å forstå hvordan jeg skal forbedre meg.	

Barnetrinnet

Samlevariabler	Enkeltutsagn	Cronbach's Alpha
Elevenes interesse	Jeg liker å lære naturfag.	0,884
	Jeg skulle ønske at jeg ikke var nødt til å lære naturfag.	
	Naturfag er kjedelig.	
	Jeg lærer mye interessant i naturfag.	
	Jeg liker naturfag.	
	Jeg gleder meg til å lære naturfag på skolen.	
Læreren forklarer	Læreren er lett å forstå.	0,851
	Læreren har klare svar på spørsmålene mine.	
	Læreren er flink til å forklare naturfag.	
	Læreren lar meg vise hva jeg har lært.	
	Læreren gjør mange forskjellig ting for å hjelpe oss å lære.	
	Når jeg gjør en feil, forklarer læreren hvordan jeg kan få det til bedre.	
	Læreren hører på det jeg sier.	
Egenvurdering	Jeg gjør det vanligvis bra i naturfag.	0,780
	Naturfag er vanskeligere for meg enn for mange andre i klassen.	
	Jeg er rett og slett ikke flink i naturfag.	
	Jeg lærer fort i naturfag.	
	Naturfag er vanskeligere for meg enn noe annet fag.	
	Naturfag gjør meg forvirret.	