NTNU
Det skapende universitet

Satellitt-teknologi: Hvilken plass kan fagområdet få i grunnopplæringen?

Gunnar Nergård

Master i realfag
Innlevert: november 2017
Hovedveileder: Berit Bungum, PLU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Program for lærerutdanning

Forord

Nå er jeg omsider ferdigutdannet som lektor i realfag og jeg er stolt over å ha fått ta del i en fantastisk utdanning på NTNU. Jeg er likevel glad for å være ferdig, for nå har jeg fått smaken på å praktisere alt jeg har lært.

Først en stor takk til Berit Bungum for utrolig god veiledning, korrekturlesing og mange artige samtaler. Også takk til de ansatte ved NAROM, som gjorde denne oppgaven mulig og var særdeles imøtekommende under mitt besøk.

Tusen takk til både tidligere og nåværende romkamerater for mange gode minner over et utall liter kaffe.

En stor takk også til mamma og pappa som inspirerte meg til valg av studieretning og for å alltid ha vært til stor hjelp i gjennomføringen av studiet mitt.

Til slutt vil jeg takke min forlovede, Susanne, for fantastisk motivasjon og alt hun ellers gjør for meg.

Trondheim, november 2017
Gunnar Nergård

Sammendrag

Denne oppgaven har som mål å undersøke hvilken plass fagområdet satellitt-teknologi kan få i den nye læreplanen for grunnopplæringen. Dette blir gjennomført gjennom oppgavens to primære forskningsspørsmål.

Det første forskningsspørsmålet lyder ”På hvilke måter er det grunnlag for å inkludere satellitt-teknologi i læreplanen for naturfag i ungdomsskolen?”. For å undersøke dette blir det gjort en analyse av det faglige innholdet av fagområdet ”satellitt-teknologi”. Analysen blir gjennomført ved bruk av teorien om *didaktisk transposisjon* som grunnlag.

Det andre forskningsspørsmålet er ”På hvilke måter opplever lærerne at et kurs om satellitt-teknologi ved NAROM er relevant for undervisningen i naturfag i ungdomsskolen?”. Det empiriske grunnlaget baserer seg på intervjuer gjort med deltakere på dette kurset. Intervjuene blir analysert ved hjelp av *tematisk koding*.

Mine resultater fra forskningsspørsmålene tyder på at det er et behov for å inkludere satellitt-teknologi i grunnopplæringen. Dette innholdet i fagområdet er nærliggende å forankre i kompetansemål for naturfag i ungdomsskolen, men det kan også benyttes i tverrfaglige undervisningsopplegg. Lærere som deltok ved kurset opplevde en stor nytteverdi ved å ta satellitt-teknologi i bruk i sin egen undervisning.

Abstract

The purpose of this thesis is to investigate to which extent satellite technology can be included in the curriculum of compulsory education. This will be conducted by examining the thesis' two primary research questions.

The first question reads "In which ways are there a basis to include satellite technology in the curriculum of natural science in the middle school?". In order to investigate this an analysis of the content in the field of "satellite techonology" will be conducted. This analysis builds on the theory of *didactic transposition*.

The second question is "In which ways do the teachers experience that a course in satellite technology organized by NAROM is relevant to teaching natural science in the middle school?" The empirical foundation is based upon interviews of the participants of the course. The interviews are analysed using *thematic coding*.

In examining the research questions, I have found evidence to show that there is a need to include the subject of satellite technology in our compulsory education. The content of this discipline can naturally be tied to the curriculum of natural science in the middle school, although it can also be used in interdisciplinary teaching. Teachers participating on the course experienced a great benefitial value of satellite technology when including it in their own teaching.

Innhold

1 Innledning **1**

2 NAROM og Nordic ESERO **5**

3 Faginnhold **7**
3.1 Prinsipper for jordobservasjon 7
3.2 Satellittbilder og miljøovervåkning 8
3.3 GPS og GNSS 9
3.4 Relativitetsteorier 9
3.5 Hvilke satellitter som finnes og hva de måler 11
3.6 GIS og LeoWorks 12
3.7 Spektralanalyse og NDVI 13

4 Didaktiske perspektiver **15**
4.1 Hvorfor lære naturfag? 15
4.1.1 Fire argumenter for å lære naturfag 16
4.1.1.a Økonomiargumentet 16
4.1.1.b Nytteargumentet 17
4.1.1.c Demokratiargumentet 17
4.1.1.d Kulturargumentet 18
4.1.2 Teknologi og autentisk vitenskap 19
4.1.3 Om motivasjon 21
4.2 Satellitt-teknologi som del av grunnopplæringen 21
4.3 Teori - modell - fenomen 23
4.4 Didaktisk transposisjon 25

5 Metode **31**
5.1 Bruk av didaktisk transposisjon 31
5.2 Intervju som metode 33
5.3 Utvalg og gjennomføring av intervju 36
5.3.1 Håndtering av datamateriale 37
5.4 Tilnærming til kvalitativ analyse 37
5.4.1 Tematisk koding 38
5.4.2 Analyse med kodingsverktøyet NVivo 39
5.4.3 Temaer 40
5.5 Validitet og overførbarhet 41

6 Analyse: Didaktisk transposisjon for satellitt-teknologi **43**
6.1 Spørsmål 1: Grunnleggende faglig innhold 44
6.2 Spørsmål 2: Betydning for elevene 46
6.2.1 Analyse innen Sjøbergs argumenter 50
6.3 Spørsmål 3: Strukturering av innhold 53
6.4 Spørsmål 4: Tilgjengelighet for elevene 55

7 Resultater fra lærerintervjuene **57**
7.1 Deltakerene ved kurset 58
7.2 Det tematiske nettverket 59
7.3 Koder 60
7.3.1 Kode: Faglig innhold 63
7.3.2 Kode: Kompetansebegrensning 65
7.3.3 Kode: Tverrfaglig 66
7.3.4 Kode: Knyttes til praksis 66

8 Diskusjon og konklusjon **69**
8.1 Diskusjon 69
8.2 Konklusjon 73

Referanser **76**

Vedlegg **82**

Kapittel 1

Innledning

Menneskeskapte satellitter er en relativt ny teknologi, som har fått en stor betydning for samfunnet og hverdagen til mennesker. Siden den første satellitten Sputnik 1 ble skutt opp i 1957, har satellitter blant annet blitt benyttet til navigasjon, TV-signaler, kommunikasjon og observasjon av både jorden og universet ellers (Tandberg, 2016). Utviklingen av satellitter er på ingen måte ferdig. Eksisterende systemer blir oppgradert og nye systemer blir utviklet, med mål om å gjøre teknologien mer robust og å gi bedre dekning til større områder. Det er trygt å si at satellitter er kommet for å bli. Militæret bruker satellitter til posisjonering, kommunikasjon og overvåkning. Vitenskapelige miljøer bruker dem til miljøovervåkning og forskning. I tillegg preger fremskrittene innen satellitt-teknologi også hverdagslivet til resten av befolkningen. I dag ser vi til og med at unge barn bruker mobiltelefoner med GPS for å spille spill, som Pokemon Go. Kart og andre tjenester som Google Earth blir mer detaljert og mer tilgjengelig. GPS ble offentlig tilgjengelig først i 1996 for navigasjonsenheter, og fra 2004 begynte mobiltelefonindustrien å kjøre tester med integrerte GPS-mottakere (Whipple, Arensman & Boler, 2009). TV har til dels brukt satellitter til sendinger, og i fremtiden vil hele planeten bli dekt av mange tusen flere satellitter til et superraskt globalt trådløst internett, skal vi tro folkene bak romfartsselskapet *SpaceX* (Cooper, 2017). Når slike ting er så integrert i hverdagen vår som det har blitt, er det riktig å spørre

om ikke elever allerede i tidlig skolealder bør lære om denne teknologien og kunnskapen bak. I den norske læreplanen for ungdomstrinnet i dag står det ingenting om satellitter eller satellittbilder. Dette er ikke tilfellet for eksempel i Sverige hvor dette faglige innholdet blir inkludert allerede i fjerde til sjette årskurs i læreplanen for fysikk i grunnskolen. Den har følgende punkt: "Människan i rymden och användningen av satelliter"(Skolverket, 2011).

Den første satelitten ble skutt opp i 1957. GPS-systemet ble operativt senere og har vært en offentlig ressurs i enda kortere tid (Whipple et al., 2009). Skolen har derfor ikke en lang tradisjon for å undervise om temaet. Her ligger en utfordring med å formidle et emne som ikke er godt forankret gjennom flere år med undervisning. Undervisning i satellitt-teknologi vil, som for de fleste temaer, inneholde forskjellige elementer som må tilpasses de forskjellige årstrinnene i skolen. For eksempel må den terminologien og matematikken man skal bruke samsvare med elevenes nivå.

Kunnskapsdepartementet jobber i dag med å utarbeide en ny generell del av læreplanen som skal fastsettes høsten 2017, som så legger retningslinjer for utvikling av læreplaner for fag i grunnopplæringen (Kunnskapsdepartementet, 2017b). Jeg vil i denne oppgaven drøfte argumenter for å inkludere satellitt-teknologi i undervisningen og analysere hvilken plass den kan ha i en ny læreplan. Har samfunnet for eksempel et demokratisk ansvar for i større grad å tilgjengeliggjøre kunnskap om satellitt-teknologi for allmennheten? Blant annet vil Sjøberg (1998) sine fire argumenter for å inkludere emner i grunnopplæring bli relevant for diskusjonen rundt dette. Datagrunnlaget for analysen ble i hovedsak samlet inn på Andøya under et videreutdanningskurs om satellitt-teknologi, i regi av Nasjonalt senter for romrelatert opplæring (NAROM).

Satellitt-teknologi kan være relevant for svært mange av skolefagene vi har i dag. Teknologien gir oss ny kunnskap som kan anvendes i ulike fag, som fysikk, biologi, kjemi, matematikk, geofag og samfunnsfag. Bør satellitt-teknologi ha et hovedanker i ett fag, eller bør det i større grad være et tverrfaglig emne?

I den analytiske delen av oppgaven gjennomfører jeg en didaktisk transposisjon, som innebærer å analysere hvordan et vitenskapelig fagfelt kan transformeres til et relevant innhold for skoleelever. Her presenteres også de didaktiske teoriene jeg bruker i den empiriske delen. Den empiriske delen inneholder en undersøkelse av hvordan lærere som deltok på et videreutdanningskurs om satellitt-teknologi ved NAROM. Dette er undersøkt gjennom en intervjuundersøkelse (og observasjon gjennom selve kurset). Funnene fra den empiriske delen vil utfylle den analytiske delen i en avsluttende diskusjon i oppgaven.

Studien som helhet har dermed to adskilte, men relaterte forskningsspørsmål

> FS1. Didaktisk transposisjon: På hvilke måter er det grunnlag for å inkludere satellitt-teknologi i læreplanen for naturfag i ungdomsskolen?
> FS2. På hvilke måter opplever lærerne at et kurs om satellitt-teknologi ved NAROM er relevant for undervisningen i naturfag i ungdomsskolen?

Analysen som inngår i FS1 bygger på Chevallard (1988) sin teori om didaktisk transposisjon, en teori som kort sagt handler om å omforme kunnskap skapt i et vitenskapelig miljø til forenklede modeller som kan brukes i undervisning. Hvilken informasjon man skal inkludere og/eller forenkle og hvordan det skal gjøres, er essensielt i overgangen til skolen. Det er også viktig å ta hensyn til at elever er ulike, og at det er ulike begrunnelser for at alle elever i det hele tatt skal lære naturfag som obligatorisk fag i grunnskolen. Her vil jeg gjøre bruk av Sjøberg (1998) sin beskrivelse av argumenter for å lære naturfag.

Datamaterialet er samlet gjennom intervju med fem lærere som deltok på videreutdanningskurset ”Satellittbilder, GPS og GIS i skolen”, kursmaterialet og observasjon av undervisningen som fant sted på Andøya.

Kurset ble arrangert av NAROM ved Andøya Space Senter, med feltsamling på Andøya mellom 19. og 23. september 2016. Deltakerene hadde tidligere gjennomgått et forkurs før feltsamlingen, og leverte en eksamen som var en hjemmeoppgave hvor deltakeren skulle presentere et undervisningsopplegg, basert på det som ble undervist på Andøya. Intervjuet med kursholderene ved NAROM ble gjort for å få et innblikk i hva de mener er fremtiden for emnet og hvilke utfordringer vi vil møte dersom vi vil inkludere det i grunnopplæringen.

Kapittel 2

NAROM og Nordic ESERO

Nasjonalt senter for romrelatert opplæring (NAROM) ”er et nasjonalt senter og skolelaboratorium for alle utdanningsnivå innenfor romrelatert opplæring” (NAROM, 2016). Det er en institusjon, offisielt åpnet i år 2000, som gjennomfører og organiserer videreutdanning for lærere og blant annet tilbyr undervisning og kurs for en rekke studenter og unge elever. NAROM holder til ved ASC, Andøya Space Center (tidligere Andøya Rakettskytefelt), som er en base for oppskytning av forskningsraketter og geofysiske observasjoner (NAROM, 2016). Derfra ble den første norske forskningsraketten skutt opp i 1962, ikke mange år etter ”Sputniksjokket” i 1957 (Tandberg, 2016). Siden da har ASC vært en svært viktig stasjon for romrelatert forskning nasjonalt og internasjonalt (Grande, 2016). NAROM drifter Nordic ESERO, som er et undervisningskontor for de nordiske landene og ble etablert av ESA i 2009 (ESERO, 2016b, 2016c). På ESEROs hjemmeside beskriver de målet med organisasjonen:

> ”Det langsiktige målet med ESERO-kontorene er å øke interessen for og dermed rekrutteringen til naturvitenskap og teknologi. Dette er i tråd med den norske satsingen på realfag. Hovedaktiviteten til ESERO-kontoret i Norge er å tilby og gjennomføre etterutdanningskurs for lærere i den norske grunnskolen. Kursene som tilbys er nett-

> og feltbaserte og gir deltagerne et solid grunnlag for å gjennomføre klasseromsaktiviteter relatert til verdensrommet, romfart, satellitter og navigasjon" (ESERO, 2016a).

Nordic ESERO gjennomfører flere videre- og etterutdanningskurs for lærere hvert år, hvorav ett av disse var "Satellittbilder, GPS og GIS i skolen" på Andøya i 2016. Kursbeskrivelsen til dette kurset er inkludert i vedlegg Vedlegg 2.

NAROM er altså en utdanningsinstitusjon som er bygd opp rundt et aktivt autentisk fagmiljø, et fagmiljø som var pionerer innen fagområdet. Derfor undersøkte Mehli (2014) 4 forskjellige kurs ved NAROM på Andøya, med hensikt å undersøke hva erfaringer fra autentisk naturvitenskaplig arbeid kan bidra med i klasserommet. Betydningen av dette kommer jeg tilbake til i kapittel 4.1.2.

Kapittel 3

Faginnhold

I dette kapittelet beskriver jeg det faglige innholdet i kurset *Satellittbilder, GPS og GIS i skolen* som ble arrangert av NAROM på Andøya fra 20. til 23. september, 2016.

3.1 Prinsipper for jordobservasjon

Jordobservasjon er et begrep som ble tatt i bruk på 90-tallet. Det refererer til alle observasjoner vi gjør av jordens overflate og atmosfære, spesifikt med tanke på fjernmålinger gjort fra rommet (Dick, 2009). Det er hovedsakelig satellitter, men også bemannede romfartøy, som kan gjøre dette. Satellitter og romfartøy er likevel ikke de eneste kildene til målinger gjort på jorden. Luftballonger, fly, båter, ubåter, mennesker til fots og tusenvis av værstasjoner bidrar til et mer helhetlig bilde av hva som skjer på overflaten og i atmosfæren (Mersmann et al., 2017). Alle disse instrumentene observerer ting som: temperatur, isdekke, vegetasjon på land og i hav, drivhusgasser, vind og annet. For å overvåke jorden på en god måte trengs det kontinuerlige målinger overalt, også steder som er vanskelig å nå. Der spiller satellitter en stor rolle, noe jeg kommer tilbake til mer detaljert i kapittel 3.5.

Satellitter som observerer jorden gjør dette hovedsakelig ved hjelp av kameraer. Disse kameraene gjør i prinsippet det samme som helt vanlige kameraer mange av oss mest sannsynlig har i telefonen, men noen forskjeller er det. Den største og viktigste forskjellen er hvilke bølgelengder den registrerer og hvordan den gjør det. En satellitt kan ha flere sensorer, hver dedikert til et spesifikt intervall bølgelengder. Dette kan være synlig lys, slik vi er vant til, eller for eksempel røntgen-, UV- og infrarød stråling. Det er svært mye elektromagnetisk stråling (EM-stråling) vi ikke oppfatter til daglig, som disse kameraene kan se. For eksempel i det infrarøde spekteret vil vegetasjon lyse mye sterkere enn ved andre bølgelenger og dette lyset går dessuten gjennom skyer, noe et synlig lys-kamera ikke ville sett på vår nokså skydekte planet. Man kan til og med observere jorden der det er natt og tilsynelatende helt mørkt.

3.2 Satellittbilder og miljøovervåkning

Satellittbilder er en svært viktig kilde for data om hvordan jorden oppfører seg. Et åpenbart og svært relevant tema er den globale oppvarmingen, hvor grunnlaget for vår forståelse av den er tungt basert på målinger gjort av satellitter. Året 2016 ble ifølge f.eks. Mersmann et al. (2017) det varmeste året som noensinne er målt. Den stadig økende globale temperaturen gir og vil gi konsekvenser; flere flommer og tørkeperioder, mer intenst ekstremvær og økt havnivå som fører til stor fraflytting fra utsatte landområder (Shaftel, Jackson & Tenenbaum, 2017). Jordobservasjon i form av satellittbilder gir forskere mye viktig data om for eksempel temperaturer, luft- og havstrømmer og havnivå. For å kunne bremse eller stoppe den globale oppvarmingen, eller begrense konsekvensene av den, gir satellittbilder klimaforskerne vesentlige bidrag for forståelsen (Brekke & Wahl, 2008).

Utover global oppvarming blir flere andre økologiske endringer også observert. Dette kan være hvordan vegetasjon endrer eller sprer seg som i arktiske tundra-områder i Canada, eller innsjøer som tørker ut som følge av blant annet menneskelig aktivitet (Ramsayer, 2015; Voiland, 2015).

3.3 GPS og GNSS

For å vite hva GPS virkelig er, er det viktig å rydde opp i noen begreper. GNSS står for Global Navigation Satellite System og er en fellesbetegnelse for alle satellittsystemer som brukes for nøyaktig å bestemme posisjoner på jorden. Det finnes flere forskjellige GNSS-er: GLONASS fra 80-tallet er Russlands svar på det amerikanske GPS, BeiDou (Compass) er Kinas og GALILEO er et ikke-militært system i regi av ESA. Begge de to sistnevnte er relativt nye systemer og er ikke ferdigstilt før i 2020 (Forssell, 2009).

GPS (Global Positioning System) er et GNSS og altså et spesifikt satellittsystem satt i drift av det amerikanske militæret på 60-tallet. (Forssell, 2009, 2016). På folkemunne blir begrepet GPS til dels brukt som et generelt posisjoneringssystem (altså et GNSS). I dag er det kanskje enda mer vanlig at GPS ansees som en funksjon mobiltelefonen eller bilen har. At en mobil "har GPS" betyr at den støtter mottak av GPS-signalene som satellittene sender ut. Det er ikke så rart at GPS, med sitt store forsprang, er synonymt med GNSS i dagligtale. Men fra en funksjon du selv skrur på og av på telefonen til et nettverk av 24 satellitter i bane rundt jorden, er det er relativt stort sprang. GPS er et så velkjent begrep, og i stor grad det mest utbredte systemet vi bruker i Norge, at jeg hovedsaklig benytter meg av begrepet GPS videre i oppgaven.

3.4 Relativitetsteorier

Det er mange fysiske fenomener som må beherskes for å kunne bruke GPS. Et av disse fenomenene er Einsteins relativitetsteori. Jeg vil først utlede dette og gi et detaljert eksempel med GPS hvor den spesielle relativitetsteorien blir benyttet. Deretter holder jeg meg til en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien.

Den spesielle relativitetsteorien tar for seg tidsdilasjoner som følge av høye rela-

tive hastigheter og den generelle relativitetsteorien som følge av tyngdefelt. GPS-satellittene går i bane rundt jorden med en omløpstid på omtrent 11 timer og 58 minutter (Forssell, 2016). Det gir en hastighet på cirka 14 000 km/t relativt til jordens midtpunkt (Pérez, 2016). Dette er svært lite sammenlignet med lysets hastighet, men fort nok til at konsekvensene av tidsdilasjoner må tas med i betraktning. For å utvikle den spesielle relativitetsteorien brukte Einstein 2 postulater:

1. Fysikkens lover er de samme for alle interne observatører.
2. Lysets hastighet er den samme for alle interne observatører.

(Goldstein, Poole & Safko, 2014, s. 277)

For å beskrive effekten disse postulatene fører med seg blir det brukt Lorentz transformasjoner, med lorentzfaktoren γ (Goldstein et al., 2014). Jeg vil kort oppsummere dette med et eksempel. Vi definerer

$$\frac{1}{\gamma} = \sqrt{1-\beta^2}, \tag{3.1}$$

hvor $\beta = \frac{v}{c}$, v er farten til et objekt og c er lysfarten. Vi kan da uttrykke et sett nye koordinater som tar hensyn til spesiell relativitet. Tiden t målt av en klokke som beveger seg med en fart v i forhold til et referansesystem som måler tiden t er gitt ved

$$ct' = \gamma(ct - \beta x). \tag{3.2}$$

For tilfeller hvor v er mye mindre enn c, kan uttrykket i formel 3.1 tilnærmes til

$$\frac{1}{\gamma} \approx 1 - \beta \tag{3.3}$$

og

$$t = \frac{t'}{\gamma}, \tag{3.4}$$

hvor t' er tiden målt på jorden. Setter vi inn tallene til satellittbanen får vi

$$\frac{1}{\gamma} = 1 - \frac{3875^2(\mathrm{m/s})^2}{2 \cdot 299792458^2(\mathrm{m/s})^2} = 1 - 8{,}3536 \cdot 10^{-11}. \tag{3.5}$$

I løpet av et døgn (86400 sekunder), hvor satellitten beveger seg rundt jorden, blir tiden t, som sett fra jorden

$$t = \frac{86400\mathrm{s}}{1 - 8{,}3536 \cdot 10^{-11}} = 86400{,}000007218\mathrm{s}. \tag{3.6}$$

Den forlengede tiden i løpet av en dag er da $0{,}000007218\mathrm{s} = 7{,}218\mu\mathrm{s}$

Den spesielle relativitetsteorien maler likevel ikke hele bildet når det kommer til tidsvariasjoner, og spesielt ved bruk i GPS. Den generelle relativitetsteorien har en motsatt virkning på tidsdilasjonen til satellitten. For satellittene i bane rundt jorden vil effekten av den være større enn tidsdilasjonen på grunn av relativ hastighet. Dette skjer fordi jordens masse krummer "tidrommet" mot jordens massesenter. Tiden går saktere jo lengre ned i gravitasjonsfeltet man går, i følge den generelle relativitesteorien. Dette gjør at tiden vil gå 45μs fortere i løpet av en dag, noe som gir en endelig tidsforskjell på 38μs når begge de relativistiske effektene er gjort rede for. Dette høres ikke mye ut, men dette vil føre til en feil på over 10 km hver dag. Navigasjonssystemet ville blitt ubrukelig (Pérez, 2016). Derfor bruker satellitter nøyaktige atomur til å bestemme tiden, og disse klokkene kompenserer for de relativistiske virkningene nevnt over.

3.5 Hvilke satellitter som finnes og hva de måler

Det finnes svært mange operative satellitter akkurat nå. Mange satellitter blir brukt for navigasjon slik jeg nevnte i kapittel 3.3, men også mange blir brukt for målinger. De mange satellittene som finnes er i regi av flere stater, fra de kjente stormaktene som USA og Russland til mindre land som De Forente arabiske Emi-

rater eller Venezuela. Det finnes også kommersielle satellitter. Jeg trekker frem noen få av disse satellittene som er ekstra relevante i Norge.

Sentinel-1 og Sentinel-2 er satellittsystemer laget av ESA. Sentinel-1 for eksempel består av to satellitter som går i bane rundt jorden, 180° fra hverandre. Dette gjør at de to satellittene kan kartlegge hele jorden på seks dager (ESA, 2017a). Disse satellittene overvåker blant annet arktisk sjø-is, det marine miljøet, landbevegelser og vegetasjon. De tar bilder i det dypt infrarøde (fra 5250 Mhz til 5570MHz), altså i sjiktet til radio- og mikrobølger. Dette gjør at de lett ser gjennom vanndamp i atmosfæren og opererer like godt om natten som om dagen, noe som gjør dem effektive i pol-områder også i mørketiden. Disse satellittene har en beste oppløsning på 5×5 m (Attema, 2005).

Menneskeskapte satellitter er også plassert rundt andre planeter i solsystemet vårt. Mars har i flere tiår blitt observert av satellitter, og en av de siste er NASA sin MAVEN-satellitt. Enda nyligere, 4. juli 2016, ankom satellitten JUNO planeten Jupiter (NASA, 2013; Greicius, 2017).

3.6 GIS og LeoWorks

GIS står for geografisk informasjonssystem og er en modell av utvalgte deler fra den virkelige verden som vises i et kart (Dick, 2015). Kart brukes til mange forskjellige formål, slik som å kartlegge feil på veinett eller vite hvor det er granskog rundt om i landet. Systemet består av digital informasjon om flere lag. Terreng, veier, land/vann/is, flora, hus, osv. kan hentes frem slik en ønsker i et og samme kart.

LEOWorks er en programvare som demonstrerer jordobservasjonsteknikker. Det ble utviklet av den europeiske romfartsorganisasjonen ESA, og er designet for å brukes innen utdanning. Denne programvaren kan blant annet manipulere,

undersøke og fremheve forskjellige egenskaper ved satellittbilder og bruker GIS vektor-data (ESA, 2017b).

3.7 Spektralanalyse og NDVI

Spektralanalyse handler om observering av elektromagnetisk stråling, enten som et absorpsjons- eller emisjonsspekter (Pedrotti, Pedrotti & Pedrotti, 2014). Satellitter har mulighet til å ta bilder av EM-stråling med bølgelengder langt utover det lille spekteret hvor mennesker ser lys. Infrarød stråling er et slikt eksempel. Ved hjelp av spektralanalyse kan man ta et bilde som er sensitivt for et intervall av bølgelengder, og i ettertid identifisere og analysere bølgelengdene som er av interesse. For å kunne gjøre spektralanalyser av bilder tatt utenfor atmosfæren, trengs kunnskap om både fysikk og kjemi.

Biologi kommer inn i bildet med NDVI, som står for Normalized Difference Vegetation Index. Denne "vegetasjonsindeksen" gir et bilde på hvor frisk vegetasjonen man analyserer er (Weier & Herring, 2000). Indeksen regnes ut med formelen:

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS}, \tag{3.7}$$

hvor NIR står for "Nær-infrarødt lys" og VIS er synlig lys. Tett og frisk vegetasjon absorberer mye synlig lys og reflekter nær-infrarødt lys, mens sped og syk vegetasjon reflekterer mye mer synlig lys og mindre nær-infrarødt lys. Ved hjelp av NDVI kan man se hvordan været og klimaet påvirker landområder, og identifisere forskjellig typer vegetasjon rundt om i verden.

Kapittel 4

Didaktiske perspektiver

4.1 Hvorfor lære naturfag?

De fleste elever lærer naturfag i minst 11 år som del av grunnopplæringen sin. Hvorfor det er slik at alle skal lære seg naturfag, er et spørsmål Sjøberg (1998) tar for seg. Han sier at naturfag har tre dimensjoner når det kommer til allmenndannelse. Det er naturvitenskap

> -som produkt: hva vi i samfunnet vet, altså naturfag som noe konkret vi skriver om og lærer.
> -som prosess og metode: hvordan det praktiseres og hva som er vitenskapelig metodikk.
> -som sosial institusjon: hvilken rolle det har i samfunnet hvor for eksempel millioner av mennesker er profesjonelle naturvitere.

Videre sier Sjøberg at historisk har vi to tradisjoner når det kommer til legitimering av ulike kunnskapsområder i skolen. Det er dannelsestradisjonen og den nytteorienterte tradisjonen. Dette gir to hovedretninger man kan benytte for å rettferdiggjøre hvilke fag som bør eksistere i skolesammenheng, og innholdet i disse fagene.

4.1.1 Fire argumenter for å lære naturfag

De to hovedretningene av tradisjoner deler Sjøberg opp i totalt fire argumenter. Den nytteorienterte tradisjonen innebærer økonomiargumentet og nytteargumentet. Dannelsestradisjonen deles opp i demokratiargumentet og kulturargumentet. Jeg vil forklare disse fire argumentene her i samsvar med Sjøberg (1998).

4.1.1.a Økonomiargumentet

Sjøberg (1998) anser økonomiargumentet som todelt og går ut på samfunnsmessig lønnsomhet og personlig økonomisk gevinst.

Den samfunnsmessige siden ved økonomiargumentet handler om hvordan samfunnet på lang sikt kan tjene på å utdanne unge gutter og jenter. Det er ingen tvil om at både tidligere og nåværende regjering har hatt og har et ønske om å fortsette å utvikle naturfaglig (realfaglig) kompetanse, med satsinger slik som "Realfag, naturligvis" eller "Tett på realfag" (Utdannings- og forskningsdepartementet, 2005; Kunnskapsdepartementet, 2015b). Samfunnets fokus på økt naturfaglig kompetanse allerede fra grunnskolen kommer av at kompetansen er relevant for mange ulike yrker, ikke kun en liten gruppe eksperter med høyere utdanning.

Den andre delen av økonomiargumentet er den personlige lønnsomheten. Det går ut på hva den individuelle eleven tjener på å lære seg naturfag. Det er kanskje ikke så mye, dersom man ser på hva det naturfaglige innholdet kan gi. Sjøberg (1998) sier også at ungdommen innser at man må ha yrker som krever en solid utdannelse for å tjene store penger. Naturfag gir et solid grunnlag for et bredt spekter av yrkesmuligheter og kan derfor være viktig for elevenes potensielle økonomi i fremtiden. Flere entreprenører har gjennom historien benyttet seg av naturfaglig

innhold for å skape svært lønnsomme industrier, for eksempel Birkeland som bidro med kunnskap om kjemi i Birkeland-Eydes metode for å fremstille kunstgjødsel (Ringnes, 2017).

4.1.1.b Nytteargumentet

Nytteargumentet går ut på at den kunnskapen som læres vil være nyttig å ha, og kan hjelpe deg i hverdagen. En viktig problematikk Sjøberg diskuterer innen nytteargumentet, er hvorvidt hverdagens hjelpemidler blir tilgjengelig fra kunnskap om naturfag eller tekniske ferdigheter. Å vite hva Newtons lover er og hvordan de brukes, er ikke mye til hjelp for å bli en bedre sjåfør. Folk trenger ikke ha kunnskap om hva elektromagnetisk stråling, relativistisk teori, GIS eller GPS er. De kan likevel fullt betjene en mobiltelefon med kart og GPS på en effektiv måte. Teknologiens utvikling fører med seg stadig flere lag som skiller brukergrensesnittet på teknologien og naturfaginnholdet som gjør teknologien mulig. Det blir åpenbart når man ser at småbarn "låser opp" mammas iPhone og starter et spill, kanskje før de engang har lært å gå.

Naturfag vil hjelpe en med å forstå verden rundt oss, men en person som vet mye om naturfag har ikke nødvendigvis noe nytte av det. Nytteargumentet er et individuelt argument, ikke et samfunnsmessig argument. Hvilken nytte naturfaglig kompetanse har for samfunnet blir ikke diskutert her, men innen økonomiargumentet.

4.1.1.c Demokratiargumentet

Demokratiargumentet er et argument for at kunnskapen er noe et individ i et fungerende demokrati burde ha. Et svært relevant eksempel på det i dag er klimadebatten. Hvordan et individ forstår naturvitenskapens produkter og prosesser kan og vil påvirke deres evne til å følge med i diskusjonen og videre deres politiske syn. På samme måte som for økonomiargumentet er det for demokratiargumentet et mål å ha et gjennomgående utdannet folk, som har vitenskapelige metoder i

ryggmargen. Det vil ikke si at alle mennesker skal være eksperter innen alle fagfelt, men ha kunnskapen og evnen til å kunne vurdere ekspertens ytringer. Det vil si å kunne vurdere argumentasjonen, dokumentasjonen og usikkerheten i resultatet (Sjøberg, 1998). Man skal også være bevisst på det vitenskapelige miljøets forhold til samfunnet, både når det kommet til private bedrifter og styresmakten. Hypotetisk: er det *Shell* som rapporterer om at bruk av petroleum ikke har hatt noen betydelig effekt på klimaet, eller *Tesla* som utroper at elektriske biler er den beste måten å bremse global oppvarming, så skal folket kunne vurdere troverdigheten av disse utsagnene, både på budbringer og innhold.

4.1.1.d Kulturargumentet

Kulturargumentet handler om at naturvitenskapen er en essensiell del av kulturen. Dette inkluderer filosofi, kust og hvordan vi forstår og forholder oss til naturen. Skolen har en oppgave som blant annet består av å reprodusere kunnskaper og verdier som står sentralt i vår kultur, hvor naturvitenskapen har en viktig plass. Ettersom kulturen vår er i lang tid blitt fostret av demokratiske prinsipper, henger kultur- og demokratiargumentet tett sammen. Det å være bevisst på samfunnsaspekter av naturvitenskap, og ha en forståelse av vitenskapens metoder og kritisk diskusjon, er relevant både for kulturen og demokratiet.

Ut fra et bredt kulturelt syn er det skolens oppgave å gi den oppvoksende slekt kjennskap til de mange formene for menneskelig kultur og erkjennelse. Ulike filosofer deler menneskelig erkjennelse inn på ulike måter. *Empirisk naturvitenskap* regnes her som et sentralt erkjennelsesmessig område, som kan avgrenses fra andre typer kunnskap (f.eks. estetikk, morallære, matematikk osv.). Følger man argumentasjonen til vitenskapssentrerte læreplanteoretikere, bør alle disse ulike disiplinene være representert i en balansert læreplan. I et skolesystem som har allmenndannelse som mål, bør det altså ikke være anledning til å velge seg bort fra naturvitenskap som fagområde. Like lite som en framtidig naturviter bør kunne velge seg bort fra estetiske fag.

4.1.2 Teknologi og autentisk vitenskap

Moderne naturvitenskap og teknologi henger tett sammen. For å utvikle avansert teknologi er vi avhengig av naturvitenskapen, og teknologien gir igjen avanserte verktøy for videre utforskning av naturvitenskapen. Satelitt-teknologi er et godt eksempel på dette, ved at den bygger på vitenskapelige prinsipper som er beskrevet i kapittel 3. Samtidig har teknologien stor betydning for utvikling av vitenskap om jorden, atmosfæren og gir også innsikt i hvordan vi skal takle fremtidige problemstillinger knyttet til både satellitt-teknologi og planeten vår.

Selv om naturvitenskap og teknologi er tett knyttet sammen forklarer Sjøberg (1998) at det også er fundamentale forskjeller mellom de. For eksempel hvor naturvitenskapen begrunner hvorfor noe skjer, vil teknologien forklare hvordan det virker. Naturvitenskapen er teoretisk og abstrakt og gir oss ideer og begreper. Teknologien er praktisk og konkret og gir oss materielle gjenstander (Sjøberg, 1998). Teknologi har altså en egen kunnskapsbase som er mer fleksibel og pragmatisk enn produktkunnskap fra naturvitenskap, og er langt mer enn bare anvendt naturvitenskap. Forskning har vist at dette også er gyldig innenfor undervisning. I en studie av elevprosjekter i teknologi og design fant Bungum, Esjeholm og Lysne (2014) at elevene gjorde bruk av teknologisk kunnskap mer enn kunnskap fra naturfag og matematikk. Å behandle teknologi som anvendelse av naturvitenskap er altså ikke riktig hverken i profesjonell sammenheng eller i undervisning.

I sin avhandling skriver Mehli (2014) om hvordan undervisning i realfag er svært distansert fra hvordan en praktiserende fysiker arbeider. Hvis man tenker på økonomiargumentet, og forsåvidt også nytteargumentet, til Sjøberg (1998), er det kanskje en indikasjon på at undervisningen trenger flere innslag av autentisk vitenskap, det vil si uten alle fasitsvarene og at man jobber med empiriske data. Teknologi utgjør også en viktig del av moderne naturvitenskap. Man bør tilstrebe at undervisninger baseres på vitenskaplig metode på et autentisk vis, men det er ikke uten noen fallgruver. Det diskuteres videre i kapittel 4.4.

I 2004-2005 undersøkte Mehli derfor fire forskjellige kurs innen romteknologi ved NAROM på Andøya, med hensikt å undersøke hva erfaringer fra autentisk naturvitenskaplig arbeid kan bidra med i klasserommet (Mehli, 2014). Her fant hun at deltakere som deltok i disse kursene opplevde både kognitive og affektive former for utbytte. Kognitive former betyr her "fagkunnskap og innsikt i autentisk naturvitenskapelig praksis" og med affektive former menes "økt motivasjon for undervisning og økt selvtillit" (Mehli, 2014, s. 34). Hun fant at deltakerne får innsikt i den teknologiske prosesskunnskapen. Det vil si hvordan den generelle faglige kunnskapen, slik den undervises i skolen, blir hentet fra et autentisk fagmiljø. NAROM er bygd opp rundt Andøya Space Center som har vært et aktivt autentisk fagmiljø med romteknologi som fagområde over lang tid.

Kunnskapsdepartementet definerer kompetanse slik:

> *Kompetanse er å kunne tilegne seg og anvende kunnskaper og ferdigheter til å mestre utfordringer og løse oppgaver i kjente og ukjente sammenhenger og situasjoner. Kompetanse innebærer forståelse og evne til refleksjon og kritisk tenkning.*
>
> (Kunnskapsdepartementet, 2017a, s. 11)

Funnene til Mehli tyder på utvikling og styrking av kompetanser hos lærerne etter deltakelse av kursene. Hun viser videre i sin forskning hvordan lærerkurs i romteknologi ved NAROM kan gi lærere erfaringer og innsikter, som bidrar til å gjøre undervisningen mer autentisk for elevene. Det antas derfor å ha en positiv effekt på undervisningen. Mehli (2014, s. 10) henviser til flere studier når hun sier at: "elever blir mer interesserte og motiverte for læring når de kan arbeide med mer autentiske og teknologiske problemstillinger".

Dundas (2011) skriver i sin masteroppgave at implementeringen av teknologi og design som et tverrfaglig tema, slik det ble gjennomført etter innføringen i læreplan LK06, ikke var vellykket, i den forstand at det ikke nådde opp til sin intensjon. For å få et mer synlig fagområde vil et eget teknologifag være mer hensiktsmessig.

4.1.3 Om motivasjon

Skaalvik og Skaalvik (2005) beskriver motivasjon som en drivkraft for en elevs atferd. Det vil også si at innsatsen en elev gir for å lære er avhengig av motivasjonen hans eller hennes.

I Stortingsmelding 22 2010-2011 fra Kunnskapsdepartementet ble det fastsatt et mål om å fornye ungdomstrinnet ved å gjøre opplæringen mer motiverende og variert, slik at elevene får større utbytte av skolen og opplever den relevant og givende (Kunnskapsdepartementet, 2010, s. 6). Noe av grunnlaget for denne resolusjonen er elevundersøkelser som viser at elever har en jevnt fallende motivasjon for å lære fra 5. til 10. trinn.

"The ROSE project" er et forskningsprosjekt ledet av Svein Sjøberg, hvor det ble undersøkt hva som påvirker elevers holdninger og motivasjon for å lære *vitenskap og teknologi* (Sjøberg & Schreiner, 2010). Resultatene her viste blant annet at det temaet som er desidert mest interessant for både jenter og gutter er *The possibility of life outside earth*. Utenfor jorden betyr med andre ord verdensrommet, noe som menneskeskapte satellitter (i de fleste tilfeller bokstavelig talt) ligger på grensen til. Kunnskap om satelitter som del av naturfaget kan derfor bidra positivt til elevenes motivasjon i faget.

4.2 Satellitt-teknologi som del av grunnopplæringen

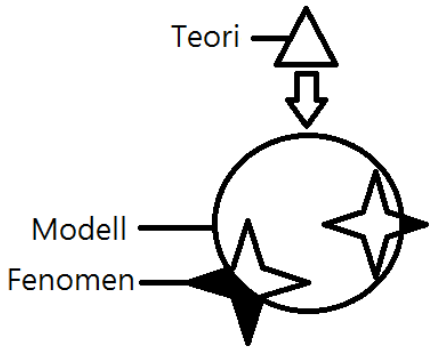
Som jeg nevnte i innledningen er satellitt-teknologi blitt en betydningsfull del av hverdagen vår, og utviklingen bremser heller ikke; nye teknologiske fremsteg blir stadig tatt (Duberstein, Johnson-Groh & Moore, 2016). I vår tid hvor klimaet endres drastisk, med økende global temperatur og krympende ismasser, er data ankaffet fra satellitter en av de viktigste grunnene til at vi er bevisst dette (Radcliff, Mersmann, Schindler, Garcia & Flores, 2016). Satellitter er vitenskapelige instrumenter som blir brukt i dag og i morgen, men er også så mye mer. GPS

er en utrolig anvendelig teknologi og er del av bevisstheten til befolkningen. Når det er del av dagligtalen og vanlige menneskers hverdagsteknologi, burde ikke da Norges unge vite hvordan det fungerer? Det er heller ingen stopp i utviklingen av denne teknologien. Ta det nye satellittsystemet Galileo som eksempel; et høyaktuelt navigasjonsystem utviklet av ESA, som da også Norge er en aktør innen (ESA, 2016a, 2016b).

Med en teknologi som har, og utvilsomt kommer til å ha, så stor påvirkning på samfunnet bør satelitt-teknologi på en eller annen måte også ha en plass i grunnopplæringen i Norge. Det finnes selvsagt rom for tolkning i læreplanen, og man kan plassere satellitt-teknologi på flere knagger. I den gjeldende læreplanen K06 er det for eksempel naturlig å plassere dette under *Teknologi og design* i kompetansemålene for naturfag i grunnskolen, men det er også mange av de andre kompetansemålene som kan rettferdiggjøre undervisning om satellitt-teknologi (Utdanningsdirektoratet, 2013). Dette blir spesielt viktig dersom man skal ta hensyn til demokratiargumentet. Et eksempel på dette kan være hovedområdet *Forskerspiren* etter 10. årstrinn, hvor det står at eleven skal kunne ”identifisere naturfaglige argumenter, fakta og påstander i tekster og grafikk fra aviser, brosjyrer og andre medier, og vurdere innholdet kritisk” (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9). Dette er et veldig viktig punkt når vi lever med internett så lett tilgjengelig. På nettet spres det i dag ikke-vitenskapelige rapporter og tvetydige artikler om f.eks. klimadebatten (se f.eks. Aune, 2016). Dersom man skal vurdere saker om klimadebatten, burde man ha et minimum av innsikt i hvordan instrumentene som brukes i den aktuelle forskningen virker, og hvilke begrensninger de har. Et annet kompetansemål innen *forskerspiren* sier at eleven skal kunne ”innhente og bearbeide naturfaglige data, gjøre beregninger og framstille resultater grafisk”. Skal man bruke data slik som satellittbilder, bør man også ha et grunnlag for å vite hvordan disse dataene er samlet.

4.3 Teori - modell - fenomen

For at jeg senere skal kunne dykke inn i hva *didaktisk transposisjon* er i kapittel 4.4, vil jeg nå først ta for meg hva naturvitenskap, og forøvrig all vitenskap, er. Ifølge Chevallard (1988) handler vitenskap om *fenomener*, ikke *fakta*. Fakta er ikke noe annet enn spesielle tilfeller som har utspring fra de mer generelle fenomenene. Hans eksempel på dette er gravitasjon som et fenomen. Fakta som kommer fra dette kan være en ball som ruller på et skrått plan og en ball i fritt fall. Det er to forskjellige fakta, men de er sammenkoblet til det samme mer generelle fenomenet: legemer faller mot jorden altså tyngdekraften (på jorden). Kvernbekk (1995) sitt "vitenskapsteoretiske alternativ" handler om og samsvarer i stor grad med Chevallard sine meninger innen temaet. Kvernbekk skriver at vitenskapelige teorier "konstrueres for å karakterisere en klasse av fenomener" (Kvernbekk, 1995, s. 92). Videre har fenomenene sine egne *egenskaper*, som er tilsvarende det Chevallard kaller *fakta*. Jeg holder meg videre til begrepet *egenskaper*. For å oppklare eksempelet over er da ballen som ruller på et skrått plan en egenskap fra fenomenet tyngdekraften. Videre forklarer Kvernbekk (1995) at "Teorier representerer



Figur 4.1: Illustrasjon av forholdet mellom teori, modell og fenomen, slik jeg tolker det gjennom Chevallard (1988) og Kvernbekk (1995). Den vitenskapelige teorien handler om modellen. Modellen belyser visse egenskaper ved fenomenene. Denne figuren er ikke ment som en illustrativ erstatning for både Chevallard og Kvernbekk sine vitenskapsteoretiske syn. Den er ment som et visuelt hjelpemiddel for å forstå forholdene mellom noen av begrepene de benytter, slik jeg tolker forholdene

systematisert og generalisert kunnskap om verden". Teorien kan ikke beskrive alle detaljene av et fenomen, for da ville teorien kun passet det spesifikke fenomenet. Teorien må da være et generalisert syn på utvalgte egenskaper til et eller flere fenomener. Disse egenskapene kaller hun for en *modell*. Chevallard presiserer også dette i likhet med Kvernberg, men han tilegner ikke utvalget av fenomenet, altså modellen, et navn. Det er forholdet mellom teorien og fenomenet som Chevallard (1988) legger til grunn for *didaktisk transposisjon*. Dette forholdet mellom teori, fenomen og i tillegg modell har jeg illustrert i figur 4.1 Pilen i figuren betyr rett og slett at teorien (trekanten) "handler om" modellen (sirkelen). De egenskapene ved fenomenene som blir beskrevet i modellen, symboliseres i figuren ved at de delene blir "belyst".

Å utvikle modeller fra fenomener har en lang tradisjon. Vi tenker kanskje på modellering som en svært systematisk prosess, hvor alle bitene må passe i et stort puslespill. En veldig kjent modell er *standardmodellen*, partikkelfysikkens "hellige gral", som beskriver mange egenskaper ved elementærpartikler og hvordan de vekselvirker. En modell handler i bunn og grunn om å forenkle den virkelige verden. Standardmodellen er en blanding av flere typer modeller. Angell et al. (2011) forklarer hvilke typer modeller man kan nytte for å fremstille egenskaper ved fenomener.

Man kan bruke *skalamodeller*, som beskriver et system eller prosess i en annen målestokk. Noen egenskaper kan dog bli endret, noe som gjør at modellens skala ikke blir holdt intakt. Selv om skalamodellen essensielt er svært misvisende for hvordan virkeligheten faktisk er, kan den hjelpe en person med å begripe ideen på en mye bedre måte enn en modell med korrekt skala ville gjort. Eksempelvis vil det være svært tungvint å representere solsystemet hvor himmellegemenes størrelser og deres avstander mellom hverandre er beholdt i den samme modellen.

En annen modell er *analogimodellen*. Analogimodellen sammenligner en fysisk situasjon mot en annen. Det vil si at to systemer som egentlig er helt forskjellige, likevel har noen egenskaper som kan beskrives av den andre på en tilstrekkelig

måte. Et eksempel på dette er hvordan lysets bølgeegenskaper beskriver av vannbølger. For eksempel er dobbelspalte-eksperimentet en vanlig måte å belyse lysets bølge-egenskap. Vannbølgene brer seg på "samme" måte som lyset, noe som gir en visuell tilnærming for å forstå lyset. Det er likevel ikke alltid uproblematisk med analogimodeller, ettersom egenskapene til de forskjellige systemene gjerne kan bryte med hverandre. Da er det viktig å oppklare eller diskutere forskjellene for å unngå feilaktige forestillinger om fysiske fenomener.

Til slutt har vi den *matematiske modellen*. Dette er en symbolsk beskrivelse av et fysisk fenomen, som for eksempel ligningen for fritt fall $s = \frac{1}{2}gt^2$, Heisenbergs usikkerhetsprinsipp $\sigma_x \sigma_p \geq \frac{\hbar}{2}$ eller Einsteins spesielle relativitetsteori som vist i kapittel 3.4. Disse matematiske modellene gir det fysiske fenomenet et håndterlig verktøy som kan brukes i et utvalg av situasjoner. Dersom et fall er presist og med konstant akselerasjon gir modellen en mer nøyaktig beskrivelse, som også er enklere å forstå, enn det faktiske fenomenet (Angell et al., 2011).

4.4 Didaktisk transposisjon

Et skolefag er ikke en direkte avbildning av en fagdisiplin og det er heller ikke opplagt hva skolefaget skal inneholde. Skolefagene hviler på lange tradisjoner, og dermed kan det å gjøre endringer, slik som å bringe inn nytt innhold, være en vanskelig prosess med både faglige og politiske aspekter. Det er når et nytt tema blir aktuelt, som inntil da er lite undervist i skolen, at det dukker opp en utfordring med at man må tilpasse temaet for undervisning. Å *omforme* denne kunnskapen til noe som skal formidles til tenåringer er særdeles viktig. Det må først gjøres et utvalg av det faglige innholdet, slik at det kan omformes og ofte forenkles for at det skal passe nivået elevene er på. Det må også være en hensikt med at de skal lære det. Man må altså ta stilling til alle de didaktiske spørsmålene Hva, Hvordan og Hvorfor. Hele denne prosessen kalles en *didaktisk transposisjon* (Chevallard, 1988).

Gericke, Hagberg, dos Santos, Joaquim og El-Hani (2014) sier at å lære på den

samme måten som vitenskap blir utviklet ikke er mulig, men det bør bli gjort på en så vitenskaps-autentisk måte som mulig. En slik autentisk læring innebærer imidlertid noen utfordringer. For å strebe etter en så fullstendig, autentisk læring som mulig, må læreren ha en dyp forståelse for hvordan den vitenskapelige prosessen skjer, før han eller hun kan gjøre relevant informasjon tilgjengelig for elevene. Ved hjelp av flere etter- og videreutdanningskurs kan lærere bygge opp og vedlikeholde denne vitenskaps-autentiske forståelsen. Uansett om læreren er en ekspert på temaet eller ikke, må innholdet gjennomgå en *omforming*.

Begrepet didaktisk transposisjon ble først brukt av den franske matematikkdidaktikeren Yves Chevallard. Kort sagt handler det om å omforme kunnskap fra vitenskapelig praksis til kunnskap for læring. Skoleelever verken kan eller burde jobbe på samme måte som de gjør i vitenskapelige, forskende miljøer. For å sikre en god overgang av faginnholdet mellom disse miljøene vil en ha nytte av en godt forankret teori på temaet. Chevallard sier:

> *"... there are always somewhere in society some people striving to secure teachability for some previously untaught bodies of knowledge, with a view to establishing a socially legitimate didactic contract relative to them"*
>
> (Chevallard, 1988, s. 5)

Didaktisk transposisjon beskriver de ulike aspektene ved slike prosesser. Uten denne teorien om omformingsprosessen, kan arbeidet til alle som arbeider med dette bli mye mer vilkårlig, og ikke så godt som det kunne blitt.

Et tilsvarende begrep som didaktisk transposisjon er "educational reconstruction". Dette er bygd opp rundt det tyske konseptet *Bildung*, som bokstavelig talt betyr formasjon, men som oversettes til *dannelse* (Duit, Niedderer & Schecker, 2007; Tønnessen, 1992). Innen *Bildung* brukes begrepet *Didaktik*, som i et bredt syn handler om å transformere eller *transponere* fag-spesifikk vitenskap om til kunnskap for læring (Duit et al., 2007).

Den tyske didaktikeren Klafki beskriver denne modellen med fire spørsmål:

> 1. What is the more general idea which is represented by the content of interest? What basic phenomena or basic principles, what general laws, criteria, methods, techniques or attitudes may be addressed in an exemplary way by dealing with the content?
> 2. What is the significance of the content for students' actual and future life?
> 3. What is the structure of the content if viewed from the pedagogical perspectives outlines in questions 1 and 2?
> 4. What are particular cases, phenomena, situations, experiments that allow the teacher to make the structure of the referring content interesting, worth questioning, accessible, and understandable for the students?
>
> (Duit et al., 2007, s. 602)

Disse fire spørsmålene danner grunnlaget for analysen som gjennomføres i kapittel 6. Spørsmålene er naturlig nok veldig beskrivende ettersom de skal fange essensen av en hel modell. For å gjøre dem mer håndterlige oversetter jeg spørsmålene til norsk og innsnevrer dem litt. Da får jeg, og kanskje leseren, et bedre overblikk på innholdet i spørsmålene, som jeg oversetter slik:

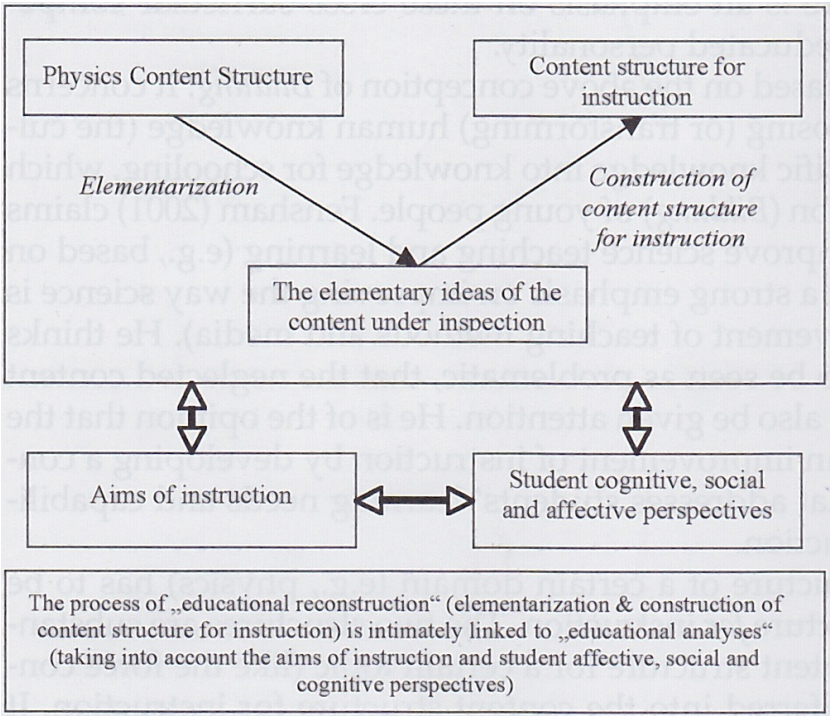
> 1. Hva er den mest generelle ideen av det relevante innholdet? Hvilke grunnleggende fenomener, prinsipper og metoder kan tilnærmes på en god måte gjennom håndtering av innholdet?
> 2. Hva er betydningen av innholdet for elevenes faktiske og fremtidige liv?
> 3. Hva er innholdets struktur dersom man ser på det i de pedagogiske perspektivene formulert i spørsmål 1 og 2?
> 4. Hvilke konkrete fenomener og situasjoner lar læreren strukturere det relevante innholdet, slik at det blir interessant og tilgjengelig for

elevene?

Et eksempel på anvendelse av didaktisk transposisjon ser vi i Laherto (2010) sitt arbeid når han tar for seg overgangen fra forskningen av nanovitenskap og nanoteknologi, til undervisningen av det, her med en museumutstilling som målet. Han bruker modellen for "Educational Reconstruction" som et generelt grunnlag for arbeidet. Denne teorien har tre steg: 1) analyse av innholdsstruktur, 2) undersøkelse av undervisning og læring, og 3) design av læringsmiljø (Laherto, 2010, s. 163). Modellen vises i figur 4.2. I Laherto (2013) sin artikkel gir han et eksempel på fremgangsmåte for denne prosessen. For punkt 1, analyse av innholdsstruktur, startet han med å gjennomgå akademiske lærebøker for å få en total oversikt over kunnskapsgrunnlaget for nanovitenskap. I tillegg ble større empiriske innholdssentrerte studier undersøkt for å definere et mål med museumsutstillingen. Også synspunktene til lærere med nanovitenskapsbakgrunn ble tatt i betraktning. Alt dette satt sammen ble da analysen av innholdsstrukturen, som definerte målet med utstillingen. I kapittel 6 vil jeg gjøre en tilsvarende analyse med satellitteknologi som fagområde.

Chevallard (1988) trekker frem to hindre for didaktisk transposisjon. Den første er at "for å oppnå en effektiv sosial læring kan ikke kunnskapen bevare dens helhetlige form og innhold". Ta for eksempel et komplisert tema som kvantemekanikk. Å undervise dette temaet slik teorien ble/blir utarbeidet, er særdeles ugunstig. Mest åpenbart er det at matematikken som beskriver elementærpartiklene, er mer avansert enn matematikken i videregående skole. Det trengs en forenkling av språket. Ta Heisenbergs usikkerhetsprinsipp, som i videregående skole blir forklart ut fra den kjente ulikheten $\sigma_x \sigma_p \geq \frac{\hbar}{2}$. Innen kvantemekanikk er denne ulikheten i større grad et resultat og ikke et utgangspunkt.

Det andre hinderet som Chevallard beskriver er at "kunnskapen som skal undervises, og alle "biter" av kunnskap den består av, finnes kun i en kontekst som



Figur 4.2: Model of Educational reconstruction. Modellen viser sammenhengen til den didaktiske overgangen av kunnskap fra en spesifikk fagdisiplin til innhold for læring. Den viser også hvordan studentens rolle, samt hvordan målet med undervisningen spiller inn. Kopi fra Duit et al. (2007, s. 602)

ikke kan gjenskapes innen skolen på en autentisk måte" (Chevallard, 1988). Vi tar usikkerhetsprinsippet som eksempel igjen. Denne kunnskapen blir i grunnopplæringen kun brukt i konteksten av en kvalitativ forståelse av partikler. Det er altså et resultat som ikke umiddelbart kan gjenskapes innenfor skolekonteksten, ettersom det oppstod i en helt annet miljø.

Likevel betyr ikke det at alt faglig innhold som normalt er for avansert for et visst klassetrinn må utelates. Chevallard (1988) snakker videre om at samfunnet ikke har et uniformt syn på hva som skal undervises og hvordan det skal gjøres. Derfor må undervisningen ta hensyn til disse divergerende synene. Da handler

det om å trekke ut de egenskapene ved fenomenet, som på best mulig vis bevarer kunnskapens helhetlige form, så den forblir så autentisk som mulig. Kompromisser er selvsagt ikke til å unngå, nesten per definisjon av selve utvelgingsprosessen. Men ved å gjøre dette på en gjennomtenkt måte, kan man for flere klassetrinn kunne tilrettelegge for å gi elevene en opplevelse av hva fagområdet innebærer, som motivasjon for videre fordypning og som allmenndannelse.

Kapittel 5

Metode

I dette kapittelet tar jeg for meg forskningsmetodene som ble brukt i datainnsamlingen samt analyseverktøyene.

5.1 Bruk av didaktisk transposisjon

Didaktisk transposisjon handler om å rekonstruere et utvalg av avansert vitenskaplig faginnhold til et undervisningsgrunnlag for barn og unge, som beskrevet i kapittel 4. For å gjennomføre en didaktisk transposisjon er det derfor viktig å ha god kjennskap til fagområdet som skal analyseres. Min kompetanse innen satellitt-teknologi er basert på universitetsstudier i fysikk, NAROMs satellittkurs som jeg tok del i, samt en generell interesse. Satelittkurset hadde da også naturfaglig innhold som en vesentlig komponent, med lite fokus på teknologisk design, produksjon og drift. Noe av dette kom imidlertid inn i praktiske og laboratorierettede aktiviteter i kurset.

Satellittkursets læremål var svært naturfaglig orientert, med lite fokus på teknologisk design, produksjon og drift. Min bakgrunn med fysikkfaglige kurs om astronomi, atmosfærefysikk og klimaendringer er også for det meste naturfaglig vinklet og diskuterer anvendelsen av satellitt-teknologi fremfor teknologien i seg selv. Det er derfor mer naturlig at jeg gjennom en didaktisk transposisjon retter

analysen mot naturfag og fysikk enn mot teknologi, men jeg har likevel forsøkt å ta teknologiens natur i betraktning i analysene.

En transposisjon krever også innsikt i skolens oppdrag og virksomhet, læreres arbeidssituasjon og elevers forutsetninger og læringsprosesser. En slik innsikt har jeg fått gjennom lektorutdanning i realfag og praksis og jobb i norske skoler.

For å operasjonalisere og systematisere hvordan transposisjonen skal gjøres bruker jeg Klafkis fire spørsmål som jeg i kapittel 4.4 tilpasset min egen analyse. Jeg vil nå beskrive nærmere hva jeg legger i hvert av disse spørsmålene, ved å konkretisere hvilke mål de oppfyller for analysen jeg gjennomfører.

> 1. Hva er den mest generelle ideen av det relevante innholdet? Hvilke grunnleggende fenomener, prinsipper og metoder kan tilnærmes på en god måte gjennom håndtering av innholdet?

Her er målet å bryte ned innholdet til det mest fundamentale, vurdere hvilke momenter som er viktig å bringe videre og vurdere om det kan tilpasses det aktuelle skoletrinnet. For dette analysespørsmålet er det også viktig å vurdere det fundamentale opp mot et bredere perspektiv. Altså hvilket innhold bør inkluderes som en følge av et viktig tema, som for eksempel klimaendringer.

> 2. Hva er betydningen av innholdet for elevenes faktiske og fremtidige liv?

Målet med dette spørsmålet er å fremheve det innholdet som i større grad har hverdagslig innflytelse på elevene. Det vil si hvordan innholdet kan hjelpe elevene til å innse hvilke konsekvenser som følger av valgene de tar, hvilken teknologi som blir benyttet og hvordan den gjør det.

> 3. Hva er innholdets struktur dersom man ser på det i de pedagogiske perspektivene formulert i spørsmål 1 og 2?

Med dette spørsmålet har jeg som mål å gi et svar på hvor og hvordan man skal plassere det relevante innholdet fra spørsmål 1 og 2 inn i skolen. Da gjelder det å belyse sammenhengen mellom eksisterende kompetansemål og satellitt-teknologiens innhold. Det nye innholdet vil også måtte bli inkludert.

> 4. Hvilke konkrete fenomener og situasjoner lar læreren strukturere det relevante innholdet, slik at det blir interessant og tilgjengelig for elevene?

Målet her er å finne spesifikke eller generelle eksempler som kan hjelpe undervisningen å nå målene fra de forrige tre spørsmålene.

5.2 Intervju som metode

Intervju er i denne oppgaven hovedmetoden for datainnsamling. Lærere som deltok på NAROMs kurs "Satellittbilder, GPS og GIS i skolen" ble intervjuet for å få et innblikk i lærernes meninger om kurset på Andøya høsten 2016, og dermed belyse hovedsaklig ett av forskningsspørsmålene som oppgaven innebærer.

Et intervju skal være en rettet samtale, og et forskningsintervju er i tillegg forskningsrelatert. En samtale er menneskelig og er dypt integrert i hverdagen vår. Det kan variere fra småprat med en venn eller tilbud fra en telefonselger, til formelle forhandlinger mellom nasjonsledere (Kvale, 2009). For å lage en omgivelse som verken er for formell eller for løssluppen, bør man ha noen retningslinjer for hva et faglig forskningsintervju skal innebære. Med en teori for intervjuet i tankene, sier Kvale videre at det kvalitative intervjuet som forskningsmetode kan vise sin styrke i de subjektive og noen ganger motstridende meningene hos mennesker (Kvale, 2009).

For å legge til rette for et godt intervju må man i starten av intervjuet gjøre det klart for den som intervjues hva informasjonen skal brukes til og hva man skal

stille spørsmål rundt. Dette er viktig av tre grunner. 1) Etiske grunner vedrørende den intervjuedes rett til å vite hva informasjonen blir brukt til. 2) Hensynet til kvalitet av informasjon, ettersom den intervjuede mer sannsynlig gir informasjon som er relevant når den vet hva formålet er. 3) Motivasjonen for å dele av seg selv vil mest sannsynlig øke dersom man åpner intervjuet på en ærlig måte (Altrichter, Feldman, Posch & Somekh, 2013). I tillegg er disse prinsippene også et godt hjelpemiddel for den som intervjuer. Det er svært viktig for fokuset til prosjektet at intervjueren har det klart for seg hva målet med intervjuet er, altså hva informasjonen skal handle om og hva den blir brukt til. Da kan intervjueren lettere styre samtalen inn på relevant informasjon.

Spørsmålene i seg selv skal formuleres slik at intervju-objektet forstår hva man faktisk vil vite. For en kvalitativ undersøkelse er det også viktig å ha åpne spørsmål. Lukkede spørsmål ender ofte opp i ja/nei-svar som gir lite rom for analyse. Det er noen fallgruver med kvalitative intervju som metode for datainnsamling. Intervju-objektene kan ha et partisk forhold til intervjueren, for eksempel et ønske om å tilfredsstille hva intervju-objektet tror intervjueren vil høre. Dette kan også skje ved å stille ledende spørsmål som ”Kan det være en fordel at du kan gjøre leksen din på mobiltelefonen din?” Det er vanlig å stille ledende spørsmål helt ubevisst fra intervjuerens side og det kan forvrenge intervju-objektets holdninger om temaet.

Også strukturen på intervjuet vil påvirke svarene man får i stor grad. Strukturgraden kan deles i tre, fra strukturert til semi-strukturert til ustrukturert. Et semi-strukturert intervju kan variere mellom en nokså strukturert intervju til en nokså ustrukturert intervju.

Et strukturert intervju blir gjennomført ved å låse deg til for eksempel en intervjuguide uten rom for å gå vekk fra disse spørsmålene. Da blir intervjuene gjennomført på helt lik linje for samtlige intervju-objekter (Robson & McCartan, 2016). Det betyr likevel ikke at spørsmål ikke kan være åpne. For strukturerte intervju er det et viktig poeng å samle dataen på en så nøyaktig måte som mulig.

Video-opptak eller lydopptak vil være svært viktige verktøy, slik at objektets oppførsel og hva han sier i ettertid kan transkriberes og beskrives i detalj. Strukturerte intervju blir som regel brukt innen studier som benytter seg av flere metoder.

Et ustrukturert intervju er som en åpen samtale, hvor intervjueren for eksempel bare definerer et tema eller en situasjon som objektet skal snakke om. Utover det rettleder ikke intervjueren svarene, men lar objektet i stor grad snakke fritt.

Et semi-strukturert intervju er en mye brukt intervjuform. Dette kommer av at intervjueren kan ha en god oppskrift på hvilke spørsmål han vil adressere og samtidig kan tillate intervjuobjektet å svare utover det faktiske spørsmålet som blir besvart. Dette åpner opp for eventuelle oppfølgingsspørsmål som intervjueren ikke nødvendigvis hadde planlagt, men finner relevant i samtalen eller undersøkelsen. Semi-strukturerte intervju kan variere mye innen hvor strukturerte eller ustrukturerte de er, men de fleste semi-strukturerte intervjuguider har som regel den samme hovedrammen som kan inneholde det følgende:

- Introduserende kommentarer
- En liste med hovedtemaer og tilhørende nøkkel-spørsmål
- Noen oppfølgingsspørsmål eller stikkord for intervjueren til forventede svar
- Avsluttende kommentarer

(Robson & McCartan, 2016, s. 291)

For å gjennomføre flere intervjuer hvor en skal forsøke å belyse et eller flere forskningsspørsmål, bør man ha en intervjuguide. I en intervjuguide skriver man spørsmålene i en gunstig rekkefølge, slik at man bedre sikrer seg at alle de aktuelle temaene blir brakt frem når det passer (Kvale, 2009). Tilnærmelser man kan ha til en slik intervjuguide varierer fra svært strukturert til svært løst. En svært strukturert intervjuguide hjelper å holde temaet fokusert på forskningsspørsmålene og en løst strukturert intervjuguide kan oppfordre de intervjuede til å snakke ut om det de måtte komme på (Kvale, 2009).

5.3 Utvalg og gjennomføring av intervju

Kurset som var utgangspunkt for datainnsamling i denne oppgaven ble arrangert av NAROM ved Andøya Space Senter, med feltsamling på Andøya mellom 19. og 23. september 2016. Deltakerene hadde tidligere gjennomgått et forkurs før feltsamlingen, og leverte etter kurset en eksamen som var en hjemmeoppgave hvor deltakeren skulle presentere et undervisningsopplegg, basert på det som ble undervist på Andøya. Intervjuet med kursholderene ved NAROM ble gjort for å få et innblikk i ideene bak kurset og hva de mener er fremtiden for emnet og hvilke utfordringer vi vil møte dersom vi vil inkludere det i grunnopplæringen. Intervjuet med kursholdere gav viktig bakgrunnsinformasjon, men er ikke behandlet som data i studien.

Kurset var annonsert til potensielle deltagere i god tid. Da det kom i gang, viste det seg at det bare var fem deltagere. Dette kan skyldes at kurset ikke umiddelbart treffer kompetansemål i læreplanen slik den er i dag. At det var få deltagere skapte utfordringer med å få nok relevant datamateriale i studien, siden det begrensede antallet deltakere førte til at jeg ikke fikk et ideelt utvalg av lærere. Det innebærer at ikke alle lærere som ble intervjuet, underviser i ungdomsskolen eller i Norge. Intervjuene ble gjennomført i tre omganger. Det første intervjuet ble holdt på onsdag, altså dag tre av kursuken. De to andre ble gjennomført rett før kursslutt på fredag. Jeg hadde planlagt å holde de to siste intervjuene tidligere i uken, men på grunn av kursets opplegg og sosiale begivenheter torsdag kveld måtte intervjuene utsettes. Dette førte til noe usikkerhet for tilgjengelig tidspunkt. Jeg fikk likevel holdt intervjuene før avreise, men det skapte et preg av tidspress hos en av deltakerene, samt noen forstyrrelser underveis. Intervjuene varte i omtrent 31, 22 og 28 minutter, hvor intervjuet på 22 minutter ble holdt med én deltaker og de andre med to deltakere.

Jeg valgte å gjennomføre semi-strukturerte intervju for å få alles meninger om de samme spørsmålene, men hvor jeg samtidig hadde valgfriheten til å plukke opp tråder fra intervju-objektenes svar. Det ble laget intervjuguide med små variasjo-

ner beregnet for deltakere som underviser i Norge mot de som underviser utenfor Norge. Den norske intervjuguiden er vedlagt i Vedlegg 1.

5.3.1 Håndtering av datamateriale

I forkant av intervjuene som ble gjennomført, ble prosjektet registrert hos personvernombudet for forskning hos Norsk senter for forskningsdata (NSD), se meldeskjema for prosjektet i Vedlegg 3. I henhold til meldeplikt-reglementet ved NSD (2017) ble dette gjort fordi designet på intervjuguiden, samt mine forventninger for intervjuet innebar at bakgrunnsopplysninger om intervju-objektene ville bli belyst gjennom lydopptak.

Før opptakene for hvert av intervjuene ble startet, fikk jeg et muntlig samtykke for lydopptak av intervjuet fra intervju-objektene. Siden intervjuene ble gjennomført er lydfilene kun blitt behandlet lokalt, altså ikke overført via internett eller lagret i en skytjeneste. Under transkripsjon av lydfiler, ble deltakerne anonymisert med pseudonymer.

5.4 Tilnærming til kvalitativ analyse

For å analysere et datamateriale må man ha en måte å håndtere datamaterialet på, og for kvalitative data er det flere tilnærminger man bruker i dag. I følge Robson og McCartan (2016, s. 461) finnes det tre tilnærminger. 1) Kvasistatistisk tilnærming, hvor man blant annet ser på hyppigheten av fraser eller ord. 2) Tematisk koding, en tilnærmelse som er lite avhengig av type og mengde datamateriale. 3) *Grounded theory*-tilnærming, en alternativ tematisk koding hvor en bruker et bestemt sett regler i fremgangsmåten. For min forskning har jeg valgt å bruke tilnærming 2, tematisk koding, som analyseverktøy på grunn av dens allsidighet når det kommer til datagrunnlaget. Man kan bruke tematisk koding på flere typer datamateriale, slik som en transkripsjon av et intervju, en video av en situasjon eller oppgavebesvarelser. I dette prosjektet bruker jeg tematisk koding

på transkripsjoner av intervjuer.

5.4.1 Tematisk koding

Tematisk koding er en generisk tilnærmelse til koding. Det betyr i praksis at det kan brukes på et bredt spekter av datamateriale uten nødvendigvis forhåndsbestemte koder, men fremdeles på et vitenskapteoretisk vis. Det er tre begreper som blir spesielt brukt for tematisk koding: kode, tema og tematisk nettverk.

Som Robson og McCartan (2016) sier, så forklarer Gibbs hva en kode er og hvordan man koder på en god måte:

> *Koding er hvordan en definerer hva data som en analyserer handler om. Det innebærer å identifisere og ta opp et eller flere avsnitt (...) som eksemplifiserer den samme teoretiske eller beskrivende ideen. Vanligvis vil flere avsnitt bli identifisert og koblet til et navn for den ideen, altså koden. Slik vil all teksten og lignende som handler om den samme tingen eller eksemplifiserer den samme tingen bli kodet til det samme navnet.*
> (Flick & Gibbs, 2007 gjengitt i Robson & McCartan, 2016, min oversettelse).

En kode er med andre ord noe spesielt som fremtrer fra transkripsjonen. Eksempler på koder kan være et syn eller en holdning til den intervjuede, en situasjon som blir diskutert, noe som faller under en teori, osv.

Etter å ha kodet for eksempel en transkripsjon av et intervju, skal man deretter gruppere disse kodene inn i temaer (Robson & McCartan, 2016, s. 467-480). Et tema er med andre ord en overordnet, mer generell kategori. Tematiseringen er en kontinuerlig prosess hvor man spør seg selv hvilket tema som passer til koden man vurderer. For å best tematisere egne innsamlede data, kreves fordypning i materialet. På denne måten kan jeg bekrefte eller avkrefte tidligere oppfatninger

og tanker jeg har gjort meg. Da trer det også gjerne frem tema som ellers kunne ha blitt ignorert. En naturlig vei for analysearbeidet er at man starter med få temaer i starten og gradvis fyller inn temaer som mangler når man jobber seg gjennom transkripsjonen. Man kan også legge til flere nivåer av temaene, dersom det er gunstig. Da kan man ha et hovedtema, som består av flere undertemaer, som igjen består av kodene.

Når dette er gjort kan man knytte temaene sammen til et tematisk nettverk. Et tematisk nettverk er det ytterste laget av kodingsarbeidet. Her skal helheten i arbeidet komme frem, og det kan bli visualisert for eksempel i et flytskjema eller et tankekart. Dette gjøres for å illustrere og fortelle leseren at det finnes et poeng i resultatene (Robson & McCartan, 2016).

5.4.2 Analyse med kodingsverktøyet NVivo

For å kode for eksempel transkripsjoner, bruker man gjerne et digitalt kodingsverktøy. En faktor som særdeles ofte er til stede ved kvalitative undersøkelser, er at undersøkelsen produserer svært store mengder data (Robson & McCartan, 2016, s. 464). Da kan digital programvare hjelpe til med å organisere, merke, lagre osv. det datamaterialet du har. NVivo er et slikt program, som er et effektivt hjelpemiddel ved tematisk koding. Ved å laste opp transkripsjonen, kan man markere spesifikke ord, setninger eller avsnitt innenfor unike koder man utvikler underveis eller en kode man allerede har brukt. Dersom man for eksempel vil undersøke nøyere en spesifikk kode kan man med NVivo åpne den ønskede koden og få en kjapp oversikt over alle sitater som er kodet med denne merkelappen. Robson og McCartan (2016, s. 466) oppsummerer både flere fordeler og ulemper ved å bruke denne eller lignende programvare. Noen fordeler er at man har et enkelt tilgjengelig system hvor man kjapt kan behandle og søke i dataene, og har en integrert mulighet for å produsere en oversiktlig illustrasjon av analysearbeidet, noe som kan være svært viktig for forskjellig kvalitativt arbeid. En ulempe er for eksempel at det kan ta for mye tid og fokus på å venne seg til programvaren, noe som vil

slå negativt ut for uerfarne ved mindre omfattende forskningsprosjekter. En enda større fallgruve er potensielt at programvaren kan låse fast brukerens tankegang. For eksempel kan man bli motvillig til å endre egne koder eller temaer, som i praksis skal kunne være nokså dynamiske (Robson & McCartan, 2016, s. 466).

Jeg valgte å ta i bruk NVivo som kodingsverktøy. Dette gav meg noen gode hjelpemidler til fordel for analyseringen. Jeg fikk for eksempel muligheten til å få en oversikt over hvor alle utdragene ligger, som ble kodet under samme kode. All koding i denne oppgaven er gjort med NVivo og jeg skal nå forklare kodingsprosessen.

Før kodingen kunne gjennomføres, transkriberte jeg alle tre intervjuene. Dette gjorde at jeg hadde en god oversikt og følelse over hva jeg spurte om og hva deltakerene snakket om. Kodingen startet ved at jeg brukte NVivo til å kode alle temaer jeg allerede hadde vurdert gjennom arbeidet med å transkribere intervjuene. Dette ble utgangspunktet for det mer grundige og detaljerte kodingsarbeidet. Jeg tok så for meg et intervju om gangen og kodet alt jeg så av relevans for forskningsspørsmålene. Dette ble et arbeid blandet av å gjenkjenne emner som kunne passe inn i koder jeg alt hadde laget, samtidig som å være observant på emner som burde bli tildelt en ny kode. Denne prosessen ble gjennomført for alle intervjuene. På slutten av første gjennomgang med koding, ble det imidlertid åpenbart at det krevdes en ny gjennomgang, ettersom nye svært relevante koder ble etablert underveis, samt noen koder som innebar det samme, måtte slås sammen.

5.4.3 Temaer

Alle kodene som ble brukt i analysen står oppnevnt i tabell 7.1. I tråd med Robson og McCartan (2016) sin tematiske koding forklart i kapittel 5.4, samlet jeg kodene mine i grupper, kalt temaer. Kodene ble som sagt skapt over tid, det samme ble temaene, men navnene og grupperingene konvergerte mot fire temaer: *Motivasjon*, *Begrensninger*, *Faglig tyngde* og *Konkret utbytte*. Disse fire temaene inkluderer

henholdsvis de fire kodene som omtales i delkapitlene f.o.m. 7.3.1 t.o.m. 7.3.4, hvor hver av disse kodene er den jeg anser som den mest vesentlige for dens respektive tema. Hvilke koder som ble tilhørende hvert enkelt tema blir presentert i tabell 7.2. I analysen som blir gjennomført i kapittel 7 starter jeg med å vise frem det tematiske nettverket. Grunnen til det er for det første at det gjorde det enklere å følge med videre i teksten, og for det andre at etter at det tematiske nettverket tok form, ble det naturlig å gjennomgå samtlige koder, slik at de passet mer inn i dette landskapet. Kodene skiftet mye på navn, noe som gjorde at temanavnene også endret seg noe. Hovedbolken av arbeidet gikk altså fra koding til tematisering til strukturering av temaer, men de ferdigstilte kode- og temanavnene ble laget med det tematiske nettverket i tankene.

5.5 Validitet og overførbarhet

Ved forberedelsene av denne oppgaven var målet opprinnelig å hovedsaklig kun bruke intervjuene som datagrunnlag. Dette var med utgangspunkt at det ville være flere deltakere ved NAROMs kurs enn jeg hadde behov for å intervjue, og at jeg derfor kunne gjøre et utvalg av deltakere som ville kunne gi de mest relevante svarene. Jeg valgte derfor å intervjue samtlige fem deltakere. Det begrensede utvalget kan derfor svekke validiteten av den empiriske studien i denne oppgaven, dersom man tenker at de skal representere alle lærere. Lærerne på kurset viser ved deltakelse at de har en stor interesse for fagområdet. De representerer derfor ikke et gjennomsnitt av praktiserende naturfaglærere og gir altså ikke en overførbarhet til en slik populasjon. Deres innspill representerer med andre ord ikke den generelle arbeidsstyrken, men gir likevel verdifulle syn innen deres interessefelt.

For å ivareta validitet av intervjuresultatene ble intervjuguiden blant annet designet for å føre en åpen samtale. Det vil si at spørsmålene som for eksempel omhandlet deres erfaringer og forventninger skulle invitere lærerne til å dele alt de hadde på hjertet og samtidig styre temaet til en viss grad. Spørsmål var heller

ikke vinklet positivt eller negativt til kursinnholdet for å unngå å påvirke svarene til lærerne.

Gjennom kursuken ble andre andre valg også tatt for å unngå å påvirke resultatene. Jeg deltok selv på kurset på lik linje med lærerne, for å unngå å bli sett på som en representant for NAROM. Dette kan ha hjulpet til å la lærerne ikke sminke svarene sine av ren høflighet overfor kursholderne. Min deltakelse i kurset hjalp også under intervjuene ved at lærerne kunne referere til spesifikke opplevelser gjennom kurset, hvor de kunne være sikker på at jeg skjønte situasjonen. Det var også viktig for meg å opprette en god tone med gruppen av lærere ved å delta på lik linje i måltider og fellesaktiviteter utenom selve kurset. Slik fikk jeg mulighet til å engasjere i uformelle samtaler med lærerne om kurset før intervjuene fant sted og på den måten ha et enda bedre grunnlag for spørsmålene til intervjuene. Et godt samhold var også viktig for at lærerne kunne føle seg komfortable under intervjuene.

Jeg har gjennom analysen av intervjuene tydeliggjort hvilke utsagn jeg bruker og hvordan jeg tolker dem, slik at leseren selv kan vurdere om tolkningene er rimelige.

Kapittel 6

Analyse: Didaktisk transposisjon for satellitt-teknologi

I dette kapitlet gjennomfører jeg en didaktisk transposisjon for satellitt-teknologi. Jeg tar hovedsaklig utgangspunkt i faginnholdet i NAROMs kurs "Satellittbilder, GPS og GIS i skolen". Dette blir supplert med faginnhold relevant for satellitt-teknologi som går noe utover kursets innhold. Jeg argumenterer blant annet ut fra teori omtalt i kapittel 4. Analysen gjør bruk av Duits modell for *model of educational reconstruction*, som tilsvarer didaktisk transposisjon.

Hvilken plass kan satellitt-teknologi ha i grunnskolens undervisning? For å gjennomføre en oversiktlig analyse har jeg identifisert to gjennomgående temaer: *Naturfaglig innhold* og *Anvendelse av satellitter*. Jeg valgte å trekke frem disse som forskjellige temaer for å avspeile både naturvitenskap og teknologi innen deres egne kunnskapsbaser. Temaene blir gjennomgått i denne rekkefølgen for de tre første spørsmålene som følger.

6.1 Spørsmål 1: Grunnleggende faglig innhold

Hva er den mest generelle ideen av det relevante innholdet? Hvilke grunnleggende fenomener, prinsipper og metoder kan tilnærmes på en god måte i undervisning?

Naturfaglig innhold

Definisjonen på en satellitt er et himmellegeme som går i bane rundt et annet himmellegeme. Det skilles mellom kunstige, altså menneskeskapte, og naturlige satellitter, som månen. Slik sett er også jorden en satellitt til solen. Det er viktig å peke på at kunstige satellitter ikke bare går i bane rundt jorden, men også rundt andre planeter i solsystemet.

En viktig komponent innen satellitt-teknologi er elektromagnetisk stråling. Elektromagnetisk stråling er også det eneste satellittene måler utenfor atmosfæren. Derfor er dette fysiske fenomenet også det eneste vi kan benytte for å kommunisere med satellittene i bane.

Når det kommer til hva klimaforskere bruker satellittbilder til, så kommer ikke bare fysikk, men også biologi og kjemi inn i bildet. For å benytte satellittbilder slik klimaforskere gjør, så brukes alle aspekter av naturfag: fysikk, biologi og kjemi. Innen fysikk har vi noen svært viktige kompetanser, slik som å regne på fart og akselerasjon, krefter, energi og effekt. Disse ferdighetene er en essensiell del av fysikkundervisningen som kan tilnærmes med satellitter og rakettoppskytninger. Kunnskap om elektromagnetisk stråling er viktig ellers ville vi ikke hatt en grunn for å skyte opp satellitter. Satellittenes evne til å se elektromagnetisk stråling er det som gjør det mulig å ta bilder av jordens overflate. Mange andre temaer er også relevante for satellitt-teknologi slik som teori om absorpsjons- og emisjonsspekter og relativitetsteorien. Den sistnevnte teorien vil være relevant for både videregående skole og høyere utdanning, men kan skaleres for å introduseres i ungdomsskolen. Videre har vi kjemien som eksempelvis kan forklare molekylære

sammensetninger og reaksjoner, noe vi absolutt kan tilnærme oss gjennom observasjoner av atmosfæren eller jordoverflaten fra satellittbilder. Det kan handle om mye, fra ozon-hull til saltkonsentrasjon i verdenshavene. Ved bruk av satellittbilder kan vi også knytte oss til læringsmål i biologi i undervisningen, ved for eksempel å se på spektralanalyser av floraen over tid for å se hvordan den endrer seg gjennom sesonger og år.

Satellittene går i bane rundt et himmellegeme, men de må først bli plassert i en bane hvor utgangspunktet er jordoverflaten. Raketter må benyttes for å få de mange ti- eller hundretall-kilos satellittene opp over atmosfæren. For å forstå dette trengs det kunnskap om fysikkens lover, samt hvordan det løses teknisk. Det er mange grunnleggende prinsipp man kan tilnærme seg i en satellitt sin levetid.

Anvendelse av satellitter

Klimaendringer og klimaforskning er et særdeles viktig tema som blir undervist i skolen. Uten satelittbilder ville kunnskapen om jorden uten tvil ha ligget langt bak det den gjør i dag. Å få overblikk over endringer som skjer på jorden er noe man ikke kunne oppnådd på samme måte uten satellitter. Satellitt-teknologi er en god tilnærmelse spesielt innen klimaforskning. Der er satellittenes oppgave en kontinuerlig observasjon av jorden i form av satellittbilder.

Satellittbilder blir ikke kun brukt til klimaforskning. Dersom man bruker en karttjeneste som for eksempel Google Maps vil man se på bilder tatt av satellitter eller fly. Men dersom man skulle bruke et kart bestående utelukkende av satellittbilder så hadde man ikke fått mye mer ut av kartet enn et generelt overblikk på et område, uten allerede god kjennskap i området eller nøye gransking av kartet. Kombinasjonen av satellittbilder og GIS, derimot, er et mye bedre verktøy. Når man på kartet kan legge til flere lag av informasjon, samlet av mange aktører over lang tid, ser man umiddelbart f.eks. hvor alle hus, veier, elver eller parker ligger. Da unngår man å måtte lure på om det du ser er en vei eller en elv. Man har

selvsagt kart uten satellittbilder også, som kan være mer nyttig i flere tilfeller, men det undergraver ikke betydningen av satellittbilder.

Flyfotografier kan også være et nødvendig tillegg for mange kart-tjenester, ikke alltid på grunn av tekniske begrensninger i satellittenes kameraer, men noen ganger på grunn av begrenset tilgang. Dersom en lærer ønsker å bruke et satellitt-bilde er det langt fra en selvfølge at man får tak i de beste bildene. *DigitalGlobe* sin *WorldView3*-satellitt tar nemlig bilder med en oppløsning på 25 cm per piksel, men USAs regjering tillater kun at disse bildene til å nyttes utenfor USA i en oppløsning på 50 cm, dvs en fjerdedel så god oppløsning. Den teknologiske grensen stopper likevel heller ikke der. De nyeste spionasje-satellittene til USA har en bilde-oppløsning på 10 cm (Hollingham, 2014). En slik oppløsning er tilstrekkelig for å identifisere en gjenstand på 10 cm^2 på jordens overflate, eksempelvis en smart-telefon i hånden på en person.

I løpet av det siste tiåret har GPS-mottakere blitt noe ”alle” nordmenn har med seg i smart-telefonene sine, uten at de nødvendigvis tenker over det. Denne oppmerksomheten mot GPS er et godt utgangspunkt til å inkludere relativistisk teori i undervisningen. Spesiell og generell relativitet er nemlig helt kritisk å benytte for at avstandskalkulasjonene skal være nøyaktige. Denne ikke-intuitive fysikken er nokså ung og har få praktiske eksempler som er naturlige å benytte i undervisning, unntaket er satellitter og GPS.

6.2 Spørsmål 2: Betydning for elevene

Hva er betydningen av innholdet for elevenes faktiske og fremtidige liv?

Elevenes faktiske og fremtidige liv blir formet av både den dannelsesorienterte og den nytteorienterte tradisjonen av undervisningen. Spørsmålet her vinkles inn på betydningen det har for elevene. Derfor tenker jeg det passer å analysere

spørsmålet med Sjøbergs økonomi-, nytte-, demokrati- og kulturargumenter som utgangspunkt. Denne analysen kommer derfor som en selvstendig del i slutten av dette delkapitlet.

Betydningen for elevene tolker jeg i en bred forstand, fra hvordan elevenes selvstendige valg i hverdagen kan påvirkes til hvilket samfunn elevene vil leve i senere i livet. Den mer snevre tolkningen; hvilken konkret personlig nytte elevene har av kunnskapen, brukes i Sjøbergs nytteargumentasjon i kapittel 6.2.1.

Naturfaglig innhold

Den virkelige betydningen av kjennskap til det naturfaglige innholdet, er hovedsaklig nokså individuell. Det naturfaglige innholdet har ikke en direkte materiell betydning for elevene, men kan påvirke deres hverdagslige valg, slik som om man skal velge det beleilige eller det miljøvennlige alternativet.

Kunnskap om nøyaktig hvordan en rakettoppskytning skjer, hvor en satellitts omløpsbane ligger, og hvor langt dens livsløp er, vil nok ikke ha en stor betydning på en elevs faktiske liv, men denne kunnskapen kan hjelpe eleven med å få et bredere perspektiv på hvor mye som skal til for at man for eksempel kan se hvor man er, som en prikk på et kart.

Det er viktig å være kjent med formålet til satellitter, men for at elevene skal kunne vurdere kost-/nytteverdien av dem må de også være klar over hva som skal til for å dem i bane. Jeg vil sammenligne hele prosessen for å få satellitter ut i rommet med det å lage brød. La oss si vi har en utenforstående marsboer som lurer på hva i all verden brød er. Da kan det være lurt å ta med i forklaringen hva korn er. For å lage brød må man først så, gro, høste og male korn for å få mel, som igjen bakeren kan lage brød av. Da vil kanskje denne hypotetiske marsboeren spørre hvorfor gjøre alt det der bare for et brød? Jo, fordi det er til å spises for energi og næring osv. Det er viktig at formålet er klart for mottakeren, men om en elev spør hva en satellitt er, så er det på lik linje ikke tilfredsstillende å kun forklare hva formålet med den er. Selv om formålet med satellittene er det viktigste, så er

det avgjørende å også få frem den innsatsen som gjorde det mulig å faktisk bruke dem.

På den andre siden så trenger ikke alle å ha et 100% perfekt bilde av teknologien med svært nyansert kunnskap. For å vite hva brød er og hvorfor vi lager brød trenger ikke marsboeren for eksempel vite om alle kornsykdommer som bønder må ta høyde for eller hvilken størrelse kornet burde ha før det kan høstes. På samme måte trenger ikke elevene vite hva slags drivstoff som brukes i raketten eller alle punktene som må krysses av på sjekklisten til bakkestasjonen før raketten kan ta av. Poenget er at en må identifisere den vesentlige kunnskapen som trengs for å forstå prosessen.

Anvendelse av satellitter

Et gjennomgående tema for satellitt-teknologi og da spesielt satellittbilder er klimaforskning. I årene 1998 til 2012, en periode med tilsynelatende liten global oppvarming, kjent som "the global warming hiatus" (global oppvarming-pausen, min oversettelse), har allmennheten vært preget av usikkerhet når det kommer til klimaendringer. Nå er det vitenskapelige miljøet sikrere enn noensinne på at den globale oppvarmingen ikke har stoppet opp og er menneskeskapt, noe som igjen har ført til større bevissthet og mindre forvirring hos befolkningen (Medhaug, Stolpe, Fischer & Knutti, 2017). Dette er veldig relevant for alle mennesker i dag, og da spesielt elevene, ettersom konsekvensene av global oppvarming vil bli mer tydelig i fremtiden. Dersom en person skal kunne sammenligne modeller med observasjoner så må denne personen forstå styrker, svakheter og usikkerheter i datasettene, samt forskjellene mellom dem (Medhaug et al., 2017, s. 46). Det er ikke nødvendig for alle å vite nøyaktige detaljer om hvordan data skal sammenlignes, men på den andre siden er det viktig at de er klar over at data må behandles forskjellig. Forskjellene innebærer ulikheter mellom instrumenter som er ombord i satellitter eller står på bakkestasjoner, og forskjeller mellom modeller og observasjoner. Å ha kontroll på hva som er hva av målinger, prognoser eller scenario-analyser kan være svært vanskelig, noe også Yr.no nylig opplevde vansker med ifølge Gaure (2017).

Satellittbilder, i kombinasjon med GIS, er noe mange elever utsetter seg for hver dag. Det kan være at de er på reise til en annen by eller et annet land, hvor de bruker et kart for å orientere seg. På satellittbildet kan de kjenne igjen området rundt seg og med informasjonen lagt over bildet ser de for eksempel hvor den nærmeste badestranden ligger. Eller kanskje de bare trenger å vite gateadressen de oppholder seg på. Da kan også GPS komme inn i bildet.

Ser vi en stund inn i fremtiden er det en mulighet at unge mennesker ikke behøver ta sertifikat for kjøretøy, ettersom biler etterhvert blir fullstendige autonome. Disse bilene opererer med egne sensorer og programvare som styrer etter disse, men den må også vite *hvor* den skal kjøre. Da må den bruke et kart med mange lag av informasjon om veier, kjøreretninger, eventuelle ulykker og så videre, i samband med lokasjon bestemt av sannsynligvis GPS. Utviklingen i navigasjon og selvkjørende biler er allerede langt på vei, og vil ha en mye større betydning for livene våre enn hva vi har opplevd til nå. Det vil også kreve mange folk i arbeid for å utvikle og drifte disse systemene og allmennheten må ta stilling til det nye som kommer.

Satellittbilder, GIS og GPS kombinert vil gi en bruker veldig mye informasjon om personens posisjon, omegn og andre ting. Med samtidig internett-tilkobling kan også satellittbilder og GIS-informasjon bli oppdatert kontinuerlig. Ta den selvkjørende bilen som eksempel igjen. Den er ute og kjører en 15 år gammel gutt når det skjer en ulykke på motorveien. Bilene rundt melder automatisk ifra nøyaktig hvor det skjedde, hvor alvorlig det er og om trafikken stopper. GPS-lokasjon og satellittbilde fra motorveien sendes til guttens bil, som med en gang registrerer en ulykke i kartet og beregner en ny kjørerute. Eksempelet demonstrerer hva satellitt-teknologi vil gjøre for oss, og hvor tilknyttede og tilgjengelige vi er, og i større grad kommer til å være, både i en negativ og en positiv forstand.

Internett-satellitter kommer kanskje om noen tiår til å bli den mest åpenbare bidragsyteren for folk flest. Med nære planer om et globalt system med mange tusen satellitter som kan gi høyhastigshetsinternett til alle, vil vi kunne ta et stort byks frem mot en enda mer sammenknyttet verden (Cooper, 2017). Også folk i svært grisgrendte strøk, hvor ingen noensinne vil vurdere å bygge et bakkenett, vil bli like godt dekt av satellittene som i urbane områder.

6.2.1 Analyse innen Sjøbergs argumenter

Økonomiargumentet

Siden satellitt-teknologi blir tatt i bruk i stadig større grad, vil også flere og flere elever i fremtiden kunne dra økonomisk nytte fra arbeid tilknyttet teknologien. Det er individuelt om elever velger en profesjons-retning innenfor satellitt-teknologi, og det er et godt argument for personlig økonomi, men dette argumentet kan likevel brukes om veldig mange temaer i skolens læreplaner, og er av den grunn mindre utslagsgivende.

For samfunnet derimot, kan man i større grad argumentere for at økonomisk nytte vil komme av kunnskap om satellitt-teknologi, i alle fall det globale samfunnet, hvis vi tar klimaforskning som eksempel. For eksempel vil økt global oppvarming øke havnivået, som vil føre til enormt mange flyktninger. En masseemigrering til urbane områder vil koste nasjonene, som folkene kommer til, mye ressurser. Med god kompetanse på klimaforskning kan vi begrense negative konsekvenser av global oppvarming og i fremtiden ikke bare stoppe oppvarmingen, men kanskje reversere den. Samfunnet tjener heller ikke på dette direkte økonomisk på kort sikt, men i et større perspektiv kan det ha meget store økonomiske følger. Det økonomiske argumentet trenger heller ikke bare være at vi ”sparer penger” på lang sikt. God kompetanse innen et høyteknologisk fagfelt, som fortsatt er i sin ungdom, vil en nasjon kunne tjene stort på.

I stortingsmeldingen ”Fornyelse av kunnskapsløftet” står det blant annet at tek-

nologi vil passe innen det tverrfaglige temaet ”bærekraftig utvikling” (Kunnskapsdepartementet, 2015a, s. 54). Det å satse på naturfag og teknologi som en prioritering er noe regjeringen også slo fast i strategiplanen ”Tett på realfag” (Kunnskapsdepartementet, 2015b). I sammenheng med publiseringen av den da nye planen, kommenterte kunnskapsminister Torbjørn Røe Isaksen at ”Fra de begynner i barnehagen til de går ut av videregående skole skal neste generasjon barn og unge være «tett på» realfag.” (Kunnskapsdepartementet, 2015b, s. 7). I fornyelsen av kunnskapsløftet legges det også vekt på teknologisk kompetanseutvikling for økonomisk gevinst:

> *Produktivitetsveksten i Norge avhenger av evnen til å utnytte ny teknologi som i stor grad skapes utenfor landet. ... En godt utdannet og omstillingsdyktig arbeidsstyrke, vil bidra til å lette omstillingskostnadene i økonomien. Det stiller krav til fornyelse, også i utdanningssystemet*
> (Kunnskapsdepartementet, 2015a, s. 6)

For å innfri ønskene i denne fornyelsen skal blant annet læreplanen også fornyes i løpet av 2019 . Og dersom produktiviteten skal vokse, så er det relevant å vurdere satellitt-teknologi i den nye læreplanen. Da bør teknologien vurderes ved forskjellige abstraksjonsnivåer av fageksperter, og bli oppdelt i noen kompetansemål som alle elever burde nå, samt noen kompetansemål for elever med spesialiserte ferdigheter og kunnskap, slik Kunnskapsdepartementet (2015a, s. 54) uttrykker at teknologi-kompetanse skal fordeles.

Nytteargumentet

Sjøberg (1998) diskuterer hvorvidt det er kunnskap til naturfag eller ferdigheter med teknologi, elever har nytte av i sitt faktiske liv. Om noen drar personlig nytte av satellitt-teknologi avhenger av den enkelte personen, på samme måte som for økonomiargumentet. Å kunne bruke en mobiltelefon med internett, GPS og så videre er en helt annen ferdighet enn å kunne redegjøre for vitenskapen som gjør det mulig å bruke det. Et ungt barn kan plukke opp en telefon og bruke GPS-en

like lett som en professor innen satellitt-teknologi. Nytten av kompetanse innen teknologi-forskning vil jeg si er neglisjerbar når det kommer til den hverdagslige utnyttelsen av teknologien.

Ulikt økonomiargumentet vurderes ikke nytteargumentet på et samfunnsmessig nivå. Det er relativt få som jobber direkte med kunnskap om satellitt-teknologi. Derfor gir ikke det personlige nytteargumentet et stort utslag. Det er en større andel som velger å fordype seg mer generelt innen realfag i akademiske retninger, men for disse er ikke satellitt-teknologi et nødvendig utgangspunkt for å få naturfaglig kompetanse. Som Sjøberg (1998) selv sier, skal man ha et særdeles solid grunnlag for å kunne inkludere nytteargumentet, noe jeg ikke anser at kunnskap om satellitt-teknologien gir, foruten de få unntaksvise individene.

Demokratiargumentet

Demokratiet er grunnstenen som bygger en nasjon hvor det er folket som bestemmer, direkte eller indirekte. Det vil si at dersom en nasjon skal velge gode alternativ for seg selv, for noen andre, eller for alle, må folket være utdannet. Dersom nasjonen skal velge et godt alternativ for planeten, må folket ha kunnskap om klimaendringene og klimaforskningen. Optimalt vil det rette og det behagelige valget vært det samme, men disse alternativene henger ikke alltid sammen. Det er kunnskapen som lar oss forutse hvilke konsekvenser valgene vi tar vil føre med seg. Fordi vi har et demokrati må hele folket utdannes, ikke kun en håndfull eksperter, for at nasjonen skal kunne ta de riktige valgene. ”Hvilken teknologi finnes?”, ”Hva muliggjør teknologien?” og ”Burde vi utvikle mer teknologi?” er spørsmål som folk i et demokrati burde kunne ta en stilling til.

Kulturargumentet

Satelitt-teknologi påvirker i økende grad vår kultur, hvordan vi omgås, medvirker og kommuniserer, og hva slags informasjon vi forholder oss til. Med tanke på satellitt-teknologi har det har skjedd en svært stor omveltning i løpet av det nye

årtusenet, og teknologien har til nå satt et klart kulturelt preg på oss. Vi har spill som Pokemon Go hvor GPS er et krav for å kunne spille, trenings"apper" på telefonen og GPS-klokker på håndleddet. Klimaforskningen har blitt mer tilgjengelig for folk flest ved at satellittbildene har gitt resultater et "ansikt". Vår oppmerksomhet er blitt rettet mot produkter av satellitt-teknologi, og det gjør at denne teknologien preger oss, om det så er ubevisst og ikke har vart veldig lenge.

6.3 Spørsmål 3: Strukturering av innhold

Hva er innholdets struktur dersom man ser på det i de pedagogiske perspektivene formulert i spørsmål 1 og 2?

Med utgangspunkt i læreplanen kan satellitt-teknologi undervises på flere nivåer med utgangspunkt i elevenes nivå. Med på tanke på ungdomsskolen, altså 8. til 10. trinn, tar jeg her for meg innholdets struktur.

Naturfaglig innhold

Det naturfaglige innholdet som beskriver hvordan satellittene havner i bane, hvordan og hva de kan observere og kommunisere, og hvorfor det er viktig for planeten og menneskene, er vesentlige temaer i læreplan K06. Men de er ikke tilstrekkelig dekt med kompetanse innen satellitt-teknologi som mål. Det satellitt-teknologi kan gjøre for elevene, er å knytte alt det naturfaglige innholdet sammen til et eller flere helt konkrete objekter som gjør seg nytte av innholdet.

Å vite at satellitter blir fraktet opp i raketter er absolutt innen rekkevidde for en ungdomsskoleelev. I den gjeldende læreplanen i naturfag etter 10. årstrinn er noen av målene at eleven skal kunne "gjøre rede for begrepene fart og akselerasjon, måle størrelsene med enkle hjelpemidler og gi eksempler på hvordan kraft er knyttet til akselerasjon", og "gjøre forsøk og enkle beregninger med arbeid, energi og effekt". I en naturfaglig sammenheng er rakettoppskytninger et godt eksempel for å lære om krefter og akselerasjon. Hvilke krefter som skal til for å sende raket-

ten i bane, blir fortsatt en for avansert oppgave. I en tidligere sammenheng kan det bli for avansert å lære matematikk som kan beskrive en rakettoppskytning, men ikke å lære om rakettens formål og hvordan dette skjer. Dersom man ser mot Vg 1-3, kan mer avansert matematikk og flere fysiske fenomener trekkes inn, slik som å regne på impuls og energi og å regne med differensialligninger. Et eksempel på dette kan være å regne på hvordan raketten havner i bane rundt jorden eller en annen planet.

Anvendelse av satellitter

Hva satellittene gjør er et særdeles relevant punkt for læreplanen i naturfag. Menneskeskapte klimaendringer er et av mange, men et viktig tema, som skal få plass i den nye læreplanen. Kunnskapsdepartementet har nå sendt på høring et forslag til ny generell del av læreplanverket, og skriver i høringsutkastet om bærekraftig utvikling at:

> *Sammenhengene mellom teknologiutvikling, miljøutfordringer og etisk bevissthet står sentralt i dette temaet. Målet er å gjøre elevene i stand til å drøfte og ta reflekterte valg om hva som er nødvendig for en bærekraftig utvikling for alle. Forvaltning av naturmiljøet henger sammen med sosiale og økonomiske forhold ...*
>
> (Kunnskapsdepartementet, 2017a, s. 14)

Utkastet har høringsfrist den 12. juni 2017, og kommer til å legge grunnlaget for uformingen av læreplanene.

Elevens forståelse av klimaendringer og hvordan vi har fått kunnskap om dem vil forsterkes med bedre kompetanse på satellitt-teknologi. Med mer kunnskap om satellittbilder kan og bør da flere kompetansemål i naturfag knyttes opp til klimaforskningen, slik som at eleven skal *"beskrive et elektronisk kommunikasjonssystem ..."* eller *"gjennomføre forsøk med lys, syn og farger, og beskrive og forklare resultatene"*.

Kompetansemål om et elektronisk kommunikasjonssystem er absolutt relevant med tanke på GPS, eller et fremtidig internett med satellitt-basert infrastruktur. I kombinasjon med satellittbilder er også GPS et viktig verktøy i klimaforskningen.

6.4 Spørsmål 4: Tilgjengelighet for elevene

Hvilke konkrete fenomener og situasjoner lar læreren strukturere det relevante innholdet, slik at det blir interessant og tilgjengelig for elevene?

Å finne noe som kan relatere innholdet om satellitt-teknologi og satellittbilder til elevene er viktig. Men det ligger heller ikke så langt under overflaten med tanke på elevenes hverdag. En stor andel av den voksne befolkning og stadig yngre barn har sin egen smarttelefon. Et godt eksempel på hvor stor påvirkning satellitt-teknologi har på hverdagen vår, er det kjente fenomenet Pokemon Go, et smarttelefon-spill som kun er spillbart med GPS i bruk. Sommeren 2016 lagde kombinasjonen av GIS, GPS og internett på smart-telefonen en ”spille-feber” som folk i alle aldre ble smittet av. Som en intro til GIS eller GPS, er Pokemon Go eller fremtidige lignende spill et svært konkret fenomen som kan brukes, og også for å inkludere satellittbilder. I dag benytter vi også kart-tjenester som Google Earth som en gratis og kompatibel kart-tjeneste som de fleste elever vil ha kjennskap til.

Når det kommer til rakettoppskytninger, er det selvsagt begrenset hva elevene har kjennskap til. Her kan animasjoner komme til stor hjelp. Et eksempel på en slik animasjon som er godt forklarende, er en animasjon som viser et skrått kast av en stein. Steinen lager en bue og treffer jorden igjen på grunn av den konstante gravitasjonskraften. Dersom man zoomer ut, kan animasjonen vise et slikt skrått kast igjen og igjen med stadig økende starthastighet. Til slutt vil starthastigheten være så stor at steinen aldri faller ned på jorden, selv om den alltid faller. Gjennom en slik animasjon vil jeg tro det går opp for elevene, for det første hvordan

raketter kan plassere en satellitt i bane, men også hvordan satellitten holder seg der, og ikke faller ned.

GPS blir ikke bare brukt for posisjonsberegninger i dag. Den faktiske opplysningen som blir sendt fra satellitten, tidssignaturen, blir brukt til å holde instrumenter over hele verden synkrone. Dette kan være å synkronisere radio-sendere, eller oppdatering av bankens klokker for et presist tidsstempel på transaksjoner. GPS blir til og med brukt under filmproduksjoner for å synkronisere mange kameraer og lydopptakere (National Coordination Office, 2014).

Kapittel 7

Resultater fra lærerintervjuene

Dette kapittelet inneholder både analyse og resultater i dette prosjektet. Jeg presenterer disse delene sammen fordi jeg mener at å forklare analysearbeidet ved å trekke frem resultatene underveis vil gi en mye bedre oversikt av hva som blir gjort, og skape en bedre flyt i teksten som helhet. Jeg ønsker heller ikke å skape forvirring om hvilke resultater som hører til hva, ettersom jeg har en egen empirisk del i dette prosjektet, med egne resultater.

For prosjektet gjennomførte jeg tre intervjuer. Dette gjorde jeg da jeg var observatør på kurset "Satellittbilder, GPS og GIS i skolen" på NAROM, mellom 19. og 23. september 2016. To av intervjuene var gruppeintervju med to personer, og det tredje intervjuet ble holdt med en person. Alle tre intervjuer ble transkribert, slik at jeg fikk gjennomført en systematisk analyse. For å undersøke hvordan lærerne opplevde kursets relevans for sin undervisning, brukte jeg FS2 som mitt primære forskningsspørsmål. FS1 blir et sekundært forskningsspørsmål i kapittel 7.

> FS1. På hvilke måter er det grunnlag for å inkludere satellitt-teknologi i læreplanen for naturfag i ungdomsskolen?
> FS2. På hvilke måter opplever lærerne at et kurs om satellitt-teknologi ved NAROM er relevant for undervisningen i naturfag i ungdomssko-

len?

Med disse forskningsspørsmålene i tankene arbeidet jeg med den tematiske kodingen av intervjuene.

Jeg vil nå først fortelle litt om deltakerene av satellitt-kurset ved NAROM, før jeg presenterer hva det tematiske nettverket er, som analysen min har ledet frem til. Deretter går jeg tilbake til den detaljerte kodingen som bygger opp det tematiske nettverket. Grunnen til dette kommer tydeligere frem i kapittel 7.3.

7.1 Deltakerene ved kurset

Her presenterer jeg deltakerene som var med på kurset ved NAROM. Alle navn på følgende deltakere er tildelt et tilfeldig alias. Hjem- og arbeidssted, foruten nasjonalitet, er også utelatt i henhold til den muntlige avtalen som ble gjort om anonymitet.

Lene er født og oppvokst i Sverige, men har siden 2007 bodd i Norge og jobbet på en norsk videregående skole med fagene fysikk, naturfag og matematikk. Lene ønsket å fullføre videreutdanningskurs for å gå opp i lønnstrinn, men også fordi hun trives svært godt når hun får sjansen til å lære nye ting. Hun håpte også at videreutdanningskurset kunne hjelpe henne med å "krydre" undervisningen med mer generell kunnskap om satellitter eller konkrete eksempler.

Sofie kommer fra Polen. Hun har 20 års erfaring fra en barne- og ungdomsskole hvor hun har undervist på alle trinn, men hovedsaklig underviser hun trinn 8 til 10. For det meste underviser hun matematikk og naturfag, men ved flere tilfeller også samfunnsfag og religion. Sofie har deltatt på alle kurs som blir holdt av NAROM, og ønsket også å delta på dette kurset.

Kari er svensk og utdannet seg opprinnelig til sivilingeniør og jobbet innen organisk kjemi i ett år. Hun gikk da over til å undervise i den svenske skolen. Det har hun gjort i 15 år, hvor hun gjennomførte lærerutdanningen for 4 år siden. Hun har fagene kjemi og matematikk i et svensk gymnasie. Hun ønsket å ta videreutdanningskurset for inspirasjon til seg selv og hennes kolleger. Hun hadde også før hun ble oppmerksom på kurset tenkt på muligheter for å bruke GPS-er i undervisningen sin, spesielt i sammenheng med idrett og helse-fagene hennes.

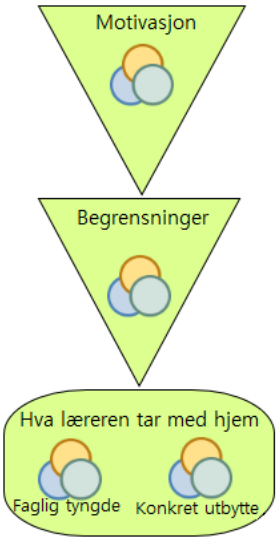
Ola er svensk, men har jobbet de siste fem årene på en videregående skole i Finland, hvor han har fagene biologi og geografi. Han har tidligere erfaring fra både videregående- og ungdomsskole i Sverige. Ola har tidligere deltatt på kurs om klima i polarområder, og et annet som omhandlet geografi. Han fikk så en anbefaling om dette kurset og fulgte den.

Per kommer fra Sverige, der han jobber på en videregående skole. Han har fagene geografi og samfunnskunnskap. Med geografi i tankene var Per først og fremst interessert i kurset på grunn av hans interesse for GIS. GIS ligger ikke i læreplanen for faget hans, men han håper på å kunne undervise innen viderekommen geografi hvor dette er mer relevant.

7.2 Det tematiske nettverket

I analysearbeidet mitt brukte jeg tematisk koding som min fremgangsmåte. Etter et arbeid med tematisk koding vil man få et hierarki bestående av temaer på topp og kodene nedover. Jeg vil gjengi Flick og Gibbs (2007) sin analogi til dette: I stedet for å se for seg et tre med grener som brer seg oppover, kan man forestille hierarkiet som roten av treet som sprer seg nedover i jorden. Her har man da et hovedtema som er stammen, mens kodene er de mindre røttene. Denne analogien gjenspleier hierarkiet best fordi temaet er det mest generelle, men samtidig på

topp i rangordningen. Alle de mer spesifikke kodene, eller røttene, leder opp til stammen. I figur 7.1 presenterer jeg det tematiske nettverket som analysen min førte frem til. Dette forholdsvis enkle flytdiagrammet representerer hvordan jeg ser for meg at kursdeltakerne sine forventninger, begrensninger og erfaringer la grunnen for svarene de gav under intervjuene. Figuren lagde jeg i NVivo sin "kart"-designer, hvor bruken av symbolene inspirerte meg til å konstruere figuren på denne måten.



Figur 7.1: Et tematisk nettverk. Den øverste pilen i figuren innehar lærerens motivasjon for å delta på kurset. Dette blir "filtrert" gjennom begrensninger læreren opplever, enten personlig eller byråkratisk. Forbi begrensningene har vi hva læreren kan ta med seg tilbake til skolen. Enten faglig tyngde etter kursets innhold eller et konkret utbytte læreren vil ta i bruk i skolesammenhenger. De individuelle sirklene representerer koder, og klyngene er temaene.

7.3 Koder

Gjennom fremgangsmåten ved tematisk koding, lagt frem av Robson og McCartan (2016), og bruk av NVivo, ble kodene til analysen konstruert i en dynamisk

Tabell 7.1: Oversikt over kodene som ble laget for intervjuene. Antall kilder er hvor mange av de tre intervjuene den aktuelle koden brukes. Antall henvisninger er hvor mange ganger koden ble brukt totalt.

Kodenavn	Antall kilder	Antall henvisninger
Annen vinkling	2	11
Egen interesse	2	3
Eksamen	3	6
Faglig innhold	3	20
Knyttes til praksis	3	17
Kompetansebegrensning	3	9
Lokasjon utendørs	2	2
Læreplan	1	2
Motivasjon for ny kunnskap	3	12
Ressursbegrensning	3	8
Studiepoeng	2	3
Tidsbegrensning	3	6
Tverrfaglig	3	16
Undervisning	3	7

stil. Det kommer tydelig frem av tabell 7.1 at noen koder skiller seg ut i hyppighet. Dette er selvsagt ingen kvantitativ øvelse, men denne oversikten kan gi et visst innblikk i hva som oppfattes som mest relevant for lærerne, bevisst og/eller underbevisst, ettersom de holder seg til disse emnene. Noen av kodene kan tidvis også være villedende, det trenger ikke være lærernes fiksering på et tema, men spørsmålene under intervjuet som bidrar til et økt antall referanser til en kode. Ta eksempelvis *Eksamen*: Denne koden blir brukt i alle tre intervjutranskripsjonene, men blir bare henvist til seks ganger totalt, etter mitt skjønn (se tabell 7.1). Dette kommer i transkipsjonen tydelig frem som et direkte resultat av at jeg som intervjuer spurte spesifikt om deres syn på eksamensformen til kurset. Uten dette spørsmålet ville koden aller mest sannsynlig ikke blitt laget. Det betyr likevel ikke at et lignende antall referanser til en annen kode, slik som koden *Tidsbegrensning*, har oppstått på samme måte. Disse seks hendelsene fant nemlig sted i alle intervjuene uten spørsmål rettet mot tidsbegrensninger.

Her er en kort systematisk forklaring for alle kodene som kom frem av analysen av intervjutranskripsjonene gitt i samme rekkefølge som i tabell 7.2:
Faglig innhold inneholder utsagn fra lærerne som handler direkte om enten faginnholdet i NAROMs kurs på Andøya eller faginnhold i den gjeldene læreplanen.
Studiepoeng handler om lærernes motivasjon for å få flere studiepoeng i deres videreutdanning og hvordan dette påvirket deres valg til å ta kurset.
Motivasjon for ny kunnskap tar for seg lærernes uttalte ønsker om å lære mer om satellitt-teknologi og innen nye kunnskapsfelt generelt.
Lokasjon utendørs handler om lærernes syn på at kursets faginnhold i noen grad må praktiseres utendørs, og hvordan dette vil eller kan påvirke deres egen undervisning.
Kompetansebegrensning trekker frem lærernes syn på deres egen kompetanse innen et nytt fagfelt med alt det innebærer og hvordan det vil være en begrensende faktor for å undervise om satellitt-teknologi.
Ressursbegrensning henger litt sammen med kompetansebegrensning i den forstand at det trengs ressurser for å utdanne lærere til å ha kompetanse eller anskaffe nye mennesker med kompetanse i fagfeltet. Koden tar også for seg lærernes bekymringer for at skoler må anskaffe det nødvendige utstyret for å ha en gjennomførbar undervisning.
Tidsbegrensning tar for seg lærernes bekymringer når det kommer til den begrensede tiden de har til å implementere faginnholdet i deres undervisning, både med tanke på deres ønske om å skaffe kompetanse og undervisningstiden de har til rådighet.
Tverrfaglig er alle utsagn lærerne har om hvordan satellitt-teknologi kan bli praktisert ved tverrfaglig undervisning.
Annen vinkling er løst knyttet til koden Tverrfaglig, men tar i større grad for seg hvordan lærerne ser for seg å bruke satellitt-teknologi mer som et verktøy til å gi en annen vinkling på faginnhold fra den gjeldene læreplanen.
Læreplan er alle utsagn som omhandler den tilhørigheten til kursinnholdet innen

de gjeldene læreplaner som de forskjellige lærerne følger.
Knyttes til praksis inneholder hvordan lærerne ser for seg at de kan undervise satellitt-teknologi i deres egen undervisning i dag.
Undervisningseksempel handler om lærernes tidligere forsøk eller nye forslag til å kunne undervise satellitt-teknologi på skolen.
Eksamen er hvordan lærerne ser på eksamensformen til NAROMs videreutdanningskurs.

I følgende kapitler 7.3.1 - 7.3.4 skal jeg trekke frem noen av disse kodene som skiller seg spesielt ut når det kommer til definisjonene av temaene.

Tabell 7.2: Oversikt over hvilke koder som hører under hvert av de fire temaene, listet opp etter det tematiske nettverket i figur 7.1

Tema	Kodenavn
Motivasjon	Faglig innhold
	Studiepoeng
	Motivasjon for ny kunnskap
	Lokasjon utendørs
Begrensninger	Kompetansebegrensning
	Ressursbegrensning
	Tidsbegrensning
Faglig tyngde	Tverrfaglig
	Faglig innhold
	Annen vinkling
	Læreplan
Konkret utbytte	Knyttes til praksis
	Undervisningseksempel
	Eksamen

7.3.1 Kode: Faglig innhold

Koden *Faglig innhold* anser jeg som den potensielt viktigste koden. Dette kommer av to grunner: den ene er fordi den blir henvist til flest ganger i løpet av intervjuene

og også fordi den blir nevnt i alle intervjuene. Den andre grunnen er fordi jeg har plassert denne koden under to forskjellige temaer. Dette var noe jeg initielt ville unngå, men på grunn av slik det tematiske nettverket sementerte seg, følte jeg at det var det mest naturlige. Uansett mener jeg det er på sin plass.
Lene:

> *Men det å ha praktiske eksempler å knytte den teoretiske fysikken til er jo veldig bra. Det vet man hvis man har sittet og prøvd å lære seg noe, at man blir veldig glad når en.. alt det der som høres veldig abstrakt og rart ut plutselig lander og knyttes opp til noe som gjør at det er fornuftig.*

I intervjuet lurer jeg på hvordan man kan implementere noe av det som læres inn i egen undervisning. Da sier Sofie:

> *...når man tenker på vegetasjon og is, forminskninger, økninger, hva som kjennetegner områder og, ja, litt sånn. Så det er ... et veldig nyttig verktøy vi lærer her.*

I et oppfølgingsspørsmål lurer jeg på om hun mener fysikken av innholdet også kan brukes, da sier hun:

> *Altså ikke til fysikk, nei, fordi det blir for avansert tror jeg. For det første har de ikke så mye fysikk på ungdomstrinnet heller, de har jo en liten del, ikke sant.*

Senere sier Sofie når jeg spør om hun har brukt satellitter som eksempler eller lignende:

> *Det har jeg gjort i forhold til overvåking av sola, med nordlys. Så da brukte vi en del satellitt. Men da pratet vi bare om det og hvordan den er plassert og litt om baner rundt og, ja, hvordan man skyter opp og får den i.. går i bane og de punktene man må ta hensyn til.*

Noe jeg biter meg merke i her er at Sofie her mener det er lite fysikk på ungdomsstrinnet. Hun sier at hun mener fysikken er for avansert for en ungdomsskoleklasse, men sier etterpå at hun faktisk har diskutert i klassen blant annet hvordan en satellitt er skutt opp og hvordan den overvåker solvind som nordlys på jorda.

7.3.2 Kode: Kompetansebegrensning

Denne neste koden, *Kompetansebegrensning* er en kode jeg tolker på to måter. Den ene er at den kompetansen lærerne får av kurset ikke nødvendigvis ansees av institusjonene hvor lærerne kommer fra som nødvendig, og kan bli neglisjert eller nedprioritert. Den andre måten jeg tolker *Kompetansebegrensning* på er den kompetansen lærerne allerede har før de kommer på kurset. Dersom de for eksempel er lite datakyndige, vil denne kompetansebegrensningen til en viss grad begrense utbyttet lærerne får av å delta på satellitt-kurset.
Det var flere deltakere som nevnte diverse programvare som ble brukt på kurset som en barriere for bruk i skolen. Eksempler på dette er Ola som sier:

> *...jeg har prøvd å få tak i satellittbilder for det første, for det er et lite problem.*

Å få tak i og bruke satellittbilder slik Ola forsøkte er vanskelig, og ofte også dyrt. Uten tilrettelegging opplever altså Ola det som et problem.

> *Det finnes så mye materiale der ute, så oppdager man at hvis det fungerer for noen så fungerer det ikke [for andre].*

Her snakker Ola om tilgjengelige apper som elever kan bruke, som erstatning for dyre GPS-apparater. Uten skikkelig kompetanse på slike løsninger er også gratis/billige løsninger vanskelig å gjennomføre. Jeg vil også nevne her, selv om det ikke egentlig er en del av mitt utvalgte datamateriale, at teknisk kompetanse var et gjennomgående samtale-emne rundt frokostbordet. Alle fem deltakere møtte problemer underveis, og så for seg at de samme problemene ville oppstå i en klasse på 25 elever.

7.3.3 Kode: Tverrfaglig

Realfaglig kompetanse er essensielt for å sørge for en bærekraftig utvikling. Videre er tverrfaglighet sentralt når det kommer til bærekraftig utvikling, slik det blir fremlagt i fornyelsen av kunnskapsløftet (Kunnskapsdepartementet, 2015a). Det er derfor viktig å trekke frem koden *Tverrfaglig* i denne analysen.

Kodene *Tverrfaglig* og *Annen vinkling* kan tolkes av andre til å inneholde mye av det samme, men i min analyse har jeg definert *Annen vinkling* som noe ikke-tverrfaglig for å unngå sammenfall.

Kari var den deltakeren som snakket mest om tverrfaglighet. På spørsmål om hvorfor hun valgte å ta kurset sier hun blant annet:

> *Jeg er ikke fysikklærer, men jeg mente det kunne være verdt det fordi vi arbeider i prosjekt så jeg kan fremdeles forstå verdien av kunnskapen i sammenheng med kjemi.. og matte.*

Senere i en mer direkte samtale om tverrfaglighet sier Kari

> *... for vi er ute og padler og camper to ganger hvert år ... da har man disse hendene som går ut til de andre fagene som biologi og.. man kan få hjelp der, av samarbeidet.*

Kari peker på at aktiviteter og turer i naturen gir et godt grunnlag for faglig samarbeid. Dette er i tråd med hva kursholderne på Andøya snakket om i sine forelesninger, da i sammenheng med å observere og tyde flora, is, vann og skyer på satellittbilder. Kari er ikke fysikklærer, men snakker om et potensiale til å knytte satellitt-teknologi opp mot andre fag, da spesielt gjennom friluftsaktiviteter.

7.3.4 Kode: Knyttes til praksis

Den siste koden er *Knyttes til praksis*, som ble registrert ved 17 forskjellige tilfeller. Det er naturlig med mange tilfeller av denne koden, ettersom at lærerne som

deltar på kurset leter etter måter å utvikle sitt eget arbeid. Men koden oppstår heller ikke helt av seg selv ettersom jeg i mine intervju stiller spørsmål som leder noe inn på akkurat dette. Det gjør jeg selvsagt for å kunne svare på forskningsspørsmålet mitt. Dersom ingen hadde nevnt egen praksis etter kurset, hadde nok forskningsspørsmålet mitt vært verdt å undersøke likevel.
Når vi snakker om kurset burde være faglig eller teknisk fokusert, eller mer didaktisk, poengterer Lene:

> *Vi blir nok aldri helt ferdig utlært som lærer eller profesjonell, det finnes alltid ting vi kan gjøre bedre og annerledes.*

Det kommer frem at flere av deltakerene har klare formeninger om hva de vil inkludere i sin egen undervisning. Slik Sofie gjør:

> *Hvis jeg skal lage undervisningsopplegg så er det helt sikkert at jeg skal bruke GPS.*

Kari ønsket å ta faglig innhold om satellitter ut i naturen, noe som også er relevant her. Det kommer frem at Kari har mye tid med elevene sine utendørs, altså knytter hun kursinnholdet opp mot sin egen praksis.

Lærerne viser en genuin interesse for faginnholdet og ønsker å finne muligheter for å inkludere det i undervisningen, men de uttrykker også at det er flere utfordringer for å få til dette. Utfordringer som begrensninger innen kompetanse, resurser og tid. For å komme seg rundt dette ser lærerne mot en tverrfaglig løsning.

Kapittel 8

Diskusjon og konklusjon

8.1 Diskusjon

Temaer som undervises i skolen er ikke en direkte avbildning av et vitenskapsområde. Ved hjelp av gjennomføringen av didaktisk transposisjon i kapittel 6.1, belyste jeg hva slags naturfaglig innhold innen satellitt-teknologi som er relevant for den gjeldende læreplanen K06 i naturfag. Eksempler på innhold er EM-stråling innen fysikk, kunnskap om molekyler innen kjemi og flora i biologi. Dersom man knytter dette innholdet opp til satellitter vil man i mange tilfeller kunne tjene på dette i undervisningen. Det vil kunne styrke autentisiteten i faginnholdet som beskrevet av Mehli (2014). Det vil trolig også kunne øke noen elevers motivasjon, som er nødvendig for at de skal legge inn innsats i arbeid med temaene (Skaalvik & Skaalvik, 2005). For elever som derimot primært er motivert for naturtemaer, kan bruk av satelitt-teknologi innen disse temaene bidra til interesse for å lære mer om teknologi.

Et eksempel på å inkludere satellitt-teknologi i K06 kan være når elever skal undersøke biotiske og abiotiske faktorer som påvirker et økosystem i nærområdet, om det er en tett boreal skog eller en bar fjelltopp (Utdanningsdirektoratet, 2013). Dette gjør at teknologien kombineres med friluftsliv og feltarbeid. Eller de

kan undersøke suksesjon og ved hjelp av satellitt-bilder analysere hvilken flora som har eksistert og senere dukker opp på en hogstflate, og samtidig bruke GPS-sporing til å plassere seg selv i terrenget. Med et eventuelt nytt kompetansemål dedikert til satellitt-teknologi kan man for eksempel undersøke spesifikt hvor nøyaktig GPS-lokalisering kan være ved å bevege seg utendørs og måle avstander og senere sammenligne med kart. Samtidig kan man også inkludere kompetansemål fra K06, slik som å beskrive et elektronisk kommunikasjonssystem innen naturfag, samt ha en tverrfaglig undervisning ved å for eksempel bruke målestokker fra matematikkens kompetansemål. For satellitt-teknologi er det altså flere muligheter for en tverrfaglig innfallsvinkel noe som gjør innholdet tilgjengelig i undervisning. I et forsøk på å praktisere autentisk vitenskap er det likevel viktig at undervisningen er sentralisert innen dets egne teknologiske kunnskapsområde (Bungum et al., 2014). Kunnskapsinnholdet er derfor viktig i seg selv, og det bør derfor forankres i læreplanen.

Dersom man skal ha et hovedanker for teknologien i et skolefag mener jeg naturfag vil være det naturlige valget. Dersom temaet blir spredt utover ulike steder i læreplanen kan det lett bli lite synlig i undervisningen. Et eksempel på at dette kan skje er hvordan teknologi og design som tverrfaglig tema ble lite synlig (Dundas, 2011). Satellitt-teknologi vil derfor trenge sin egen plass i en ny læreplan.

Lærerne som deltok på kurset ved NAROM var, naturlig nok, mer opptatt av hvordan satelitt-teknologi kan berike innholdet i dagens læreplan. Et av de synspunktene som ofte gikk igjen hos lærerne, var at satellitt-teknologi også kan bli utnyttet som et supplement til flere eksisterende skolefag. Det var flere av deltakerne som allerede før kurset på Andøya hadde vist en interesse for blant annet GPS, GIS og satellittbilder i egen undervisning. Ola har innenfor sine fag biologi og geografi, sett verdien av bruk av satellittbilder. Også Sofie hadde allerede tatt satellittkunnskap i bruk og undervist generell kunnskap om satellitter i naturfagtimen. Lene som underviser på videregående skole, vurderer satellitt-teknologi i større grad som gode praktiske eksempler for den teoretiske fysikken. Det er med

andre ord et allsidig tema som kan inngå i ulike faglige og tverrfaglige sammenhenger. Imidlertid er det viktig å huske at lærerne i denne studien var spesielt interessert i temaet, og det er lite trolig at lærere generelt uten videre vil ta i bruk satellitt-teknologi på tilsvarende måte.

Satellitt-teknologi kan også spille en rolle for utvikling av elevenes allmenndannelse, gjennom for eksempel demokratiargumentet som beskrevet av Sjøberg (1998). Noe som virkelig har hatt en stor betydning som følge av satellitt-teknologi, er hvor sikre forskermiljøet og dermed hvor bevisst befolkningen er blitt på klimaendringer på jorden. Dette ville ikke vært tilfellet i samme grad uten satellitt-bildene. Innen Sjøbergs argumenter i kapittel 6.2.1, er det blant annet et viktig poeng med utdanningssystemet å holde befolkningen opplyst, noe som inngår i målet med en bærekraftig utvikling. Vi har mye data om hvordan jorden har endret seg, noe som hjelper oss til å forutse hvordan den vil endre seg i fremtiden. Uten satellitter hadde det vært mye mer spekulativt. Sofie er en av de som har en klar formening om verdien av observasjon av vegetasjon- og is-endringer, observasjoner gjort med satellitter. Hun sier eksplisitt at kunnskapen rundt satellitt-teknologi er et *verktøy*. For å få et helhetlig bilde på hva global oppvarming er og hvordan vi vet det vi vet, trengs kunnskap om det naturfaglige innholdet, samt satellitt-teknologien som et verktøy.

GPS, som vi kjenner det, er først og fremst et navigasjonssystem, derfor kan det være nærliggende å ha det som utgangspunkt i undervisningen. Men GPS er også, og kommer mest sannsynlig i enda større grad til å bli, en veldig viktig og avgjørende faktor når det kommer til synkronisering av moderne datasystemer. Her er igjen betydningen for elevene stor, som diskutert i kapittel 6.2. Bruken av GPS er langt fra uhåndterlig for ungdomsskoleelever.

Sofie hadde planer om å bruke GPS-lokalisering i undervisningen på ungdomsskolen. Da var det ikke beskrivelse av fysiske fenomener som tillater GPS å fungere hun tenkte på, men nyttegjørelsen av det i sammenheng med kompetansemål in-

nen naturfag, under tittelen *Mangfold i naturen*. Sofie vurderte, på slutten av kurset, muligheten til å undersøke for eksempel endringer i vegetasjon i nærområdet sitt. I dag tror jeg likevel at andre innfallsvinkler, som spill eller andre smarttelefon-applikasjoner, vil være det mest interessevekkende utgangspunktet for undervisningen.

Kunnskapsdepartementet uttrykker at de ønsker å heve det generelle realfaglige kompetansenivået (Kunnskapsdepartementet, 2015b). Dette mener de vil stille krav til fornyelse i grunnopplæringen. Innføring av satellitt-teknologi, altså et nytt naturfaglig og teknologisk tidsrelevant innhold, kan bidra til heving av kompetansenivået gjennom tilknytning til ny teknologi, anvendelser og temaer som motiverer elevene. Ved å forbedre barn og unges læring, motivasjon og holdninger i realfag vil det føre til produktivitetsvekst, i et økonomisk, samfunnsmessig perspektiv. Dette er en god grunn for å inkludere satellitt-teknologi i læreplanen for naturfag, i lys av Sjøbergs økonomiargument.

Med tanke på bruk i klasserommet ser lærerne flere begrensninger. Etter koding av intervjuene ble disse begrensningene kategorisert til kompetanse-, ressurs- og tidsbegrensninger. Lærerne føler begrensningene hindrer dem fra å kunne inkludere satellitt-teknologi i deres undervisning slik de ønsker, på en god måte. Uten å ha et mål i læreplanen som sier at de skal undervise i satellitt-teknologi, er det vanskelig å inkludere dette temaet som de selv syns er interessant.

Satellitt-teknologi vil naturlig berøre temaet om verdensrommet. Sjøberg og Schreiner (2010) fant i sin undersøkelse at det temaet både jenter og gutter er mest motivert for å lære om, er det som skjer utenfor jorden. De funnene mener jeg også er aktuelle i denne diskusjonen. Å inkludere satellitt-teknologi i grunnopplæringen vil med dette utgangspunktet være et motiverende tema for elever, og kan kanskje også påvirke motivasjonen for andre temaer innen naturfag. Satellitt-teknologi som motivasjonsfaktor, er noe både Sofie og Lene bevisst bruker i undervisningsopplegene sine.

Å tilføye nye kompetansemål innen satellitt-teknologi i naturfag vil legge et press på faget. Uten å redusere eller fjerne noen av de eksisterende kompetansemålene vil faget bli overfylt, noe som bare bidrar til overfladisk læring. Å foreslå hvilke reduseringer som eventuelt måtte gjennomføres i eksisterende læreplan er ikke noe jeg tar for meg, men jeg kan argumentere for hvorfor fagområdet burde få en plass i skolen.

Satellitt-teknologi vil trolig være en motiverende faktor i naturfag. Både på grunn av hvordan fagområdet kan la elevene jobbe med autentiske problemstillinger, som indirekte er en motiverende faktor, samt at selve fagområdet kan være motiverende for mange elever. I tillegg mener jeg satellitt-teknologi er viktig for allmenndannelsen fordi teknologien er viktig for samfunnet, slik vi for eksempel bruker satellitt-bilder, GIS og GPS i dag. Disse mulighetene, men også farene, tilknyttet teknologien burde mennesker kjenne til. Satellitt-teknologi har et stort potensiale for fremtidige nyvinninger og også arbeidsplasser. For å sørge for at norsk arbeidskraft i fremtiden er kompetansedyktige er det derfor viktig å styre kompetansemålene slik at vi forbereder elevene på et moderne arbeidsliv som i sin tur kan styrke landets konkurranseevne.

Teknologi og naturvitenskap er knyttet sammen, men hvor naturvitenskap gir oss ideer og begreper gir teknologi oss materielle gjenstander, slik som satellitter. En av de viktigste jobbene satellittene gjør i dag er klimaforskning. Bærekraftig utvikling og klimaendringer er allerede essensielle kompetansemål. Undervisning innen satellitt-teknologi kan derfor styrke elevenes forståelse for hvordan vi forsker på for eksempel klimaendringer, og samtidig sterkere befeste teknologiens egen kunnskapsbase.

8.2 Konklusjon

Det naturfaglige innholdet i læreplanen for ungdomstrinnet i dag er svært nærliggende det innholdet som satellitt-teknologi berører. Satellitt-teknologi vil trenge

sin egen plass i en ny læreplan, og implementering av dette fagområdet i grunnopplæringen mener jeg hovedsaklig bør forankres til naturfag, men det vil også kunne fungere som et samlende tema for flere fag. Flere kompetansemål fra alle fagområder innen naturfag; i fysikk, kjemi og biologi, i tillegg til kompetansemål fra samfunnsfag, geografi og matematikk vil kunne knyttes til satellitt-teknologi. Det er derfor også nærliggende å bruke utvalgt faglig innhold som satellittbilder, GPS og GIS til tverrfaglige undervisningsopplegg.

Introduksjonen av satellitt-teknologi mener jeg bør komme på ungdomstrinnet. Ungdomsskoleelever har generelt et godt grunnlag for å kunne bruke teknologi som GPS i skolen og det er innenfor elevenes rekkevidde å forstå hvordan satellittene blir fraktet opp i bane ved hjelp av raketter. Å introdusere satellitt-teknologi først i ungdomsskolen mener jeg er gunstig spesielt på grunn av det nokså avanserte temaet elektromagnetisk stråling, noe læreplanmålene for naturfag i dagens læreplan berører ved forsøk med synlig lys, samt at elevene også skal kunne beskrive et elektronisk kommunikasjonssystem (Utdanningsdirektoratet, 2013).

Videre anbefaler jeg at innholdet jeg har analysert i denne oppgaven ytterligere vurderes av eksperter innen fagområdet, som del av en didaktisk transposisjon, for å fastslå hvilke komponenter som er viktigst innen teknologien og hvordan de bør implementeres. Det samme gjelder de naturvitenskaplige teoriene. Her mener jeg at noe av det mer avanserte innholdet, eksempelvis den matematiske modellen av relativitetsteorien, passer bedre på videregående skole. Da har de et bedre grunnlag for forståelse av kompliserte matematiske uttrykk og forutsetning for en dypere forståelse for elektromagnetiske bølger og referansesystemer.

Inkludering av satellitt-teknologi i læreplanen vil svare på kunnskapsdepartementets ønske om å heve det generelle realfaglige kompetansenivået, samt hjelpe nasjonen med å utnytte ny teknologi for produktivitetsvekst og for en bærekraftig utvikling.

Satellitt-teknologi som en del av interessefeltet verdensrommet, er motiverende

for både gutter og jenter som ROSE-undersøkelsen har vist (Sjøberg & Schreiner, 2010). Et motiverende tema innen et fag kan bidra til økt interesse for resten av faget. Også bevisstgjøring av hvordan satellitt-teknologi påvirker oss i hverdagen, vil være en motiverende faktor i tillegg til en god innfallsvinkel i undervisningen.

En svakhet med undersøkelsen er at utvalget av deltakere fra satellitt-kurset ikke var optimalt. Analysen kunne tjent på å ha flere intervjuobjekter. Spesielt kunne flere intervjuobjekter som underviser naturfagene i Norge kunne gitt bredere refleksjoner innenfor en norsk læreplan i naturfag. Alle lærerne som deltok på satellitt-kurset ved NAROM hadde allerede en interesse for temaet. Noen hadde forsøkt å integrere innholdet i sin undervisning uten at det i seg selv var et kompetansemål. De så på kurset som en gyllen mulighet til å utvikle sin egen kompetanse for å "krydre" undervisningen og gjøre noe mer praktisk med den teoretiske kunnskapen. Alle lærerne så flere begrensninger i bruken av satellitt-teknologi på sin skole, men alle var innstilt på å gjøre det beste ut av det lille de hadde lært og faktisk prøve å ta i bruk GPS.

Å inkludere satellitt-teknologi i kommende læreplan mener jeg vil bidra til å ruste de følgende generasjonene med kunnskap som er og vil være essensiell for Norge som en teknologisk nasjon. Med tanke på Sjøberg (1998) sine argumenter, spesielt økonomi- og demokratiargumentet, er satellitt-teknologi særdeles viktig for allmenndannelsen og videre utdanning av fremtidens eksperter. Undervisning om satellitter vil hjelpe elevene å forstå hvordan teknologien fungerer og hvordan de kan benytte seg av og beskytte seg mot den. Teknologien har på relativt få år tatt et kjempebyks og har fått en fundamental plass i hverdagen vår og i forskningssammenheng. Derfor er det viktig å også respondere på denne utviklingen raskt ved å gi satellitt-teknologi en tydelig plass i skolen, for å gi elevene innsikt i et fagområde som blir viktig i framtiden og en nødvendig del av deres allmenndannelse.

Referanser

Altrichter, H., Feldman, A., Posch, P. & Somekh, B. (2013). *Teachers investigate their work: An introduction to action research across the professions.* Routledge.

Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E., Kolstø, S., Persson, J. & Renstrøm, R. (2011). *Fysikkdidaktikk.* Kristiansand: Høyskoleforlaget.

Attema, E. (2005). *Mission requirements document for the european radar observatory sentinel-1.* Hentet 20. januar 2017 fra http://esamultimedia.esa.int/docs/GMES/GMES_SENT1_MRD_1-4_approved_version.pdf

Aune, O. (2016). *Frykter falske nyheter også i Norge.* Hentet 20. juni 2016 fra https://www.nrk.no/kultur/frykter-falske-nyheter-ogsa-i-norge-1.13230546

Brekke, P. & Wahl, T. (2008). *Klimaendringer og satellitter.* Naturfagsenteret. Hentet 31. mai 2017 fra http://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=1084167

Bungum, B., Esjeholm, B.-T. & Lysne, D.A. (2014). Science and mathematics as part of practical projects in technology and design: An analysis of challenges in realising the curriculum in norwegian schools. *Nordic Studies in Science Education*, *10*(1), 3–15.

Chevallard, Y. (1988). On didactic transposition theory: Some introductory notes. I *International symposium on research and development in mathematics, bratislava, czechoslavakia.*

Cooper, P. (2017). *Statement of patricia cooper vice president, satellite government affairs spacex.* Hentet 11. mai 2017 fra https://www.commerce.senate.gov/public/?a=Files.Serve&File_id=6C08B6C2-FE74-4500-AE1D-A801F53FD279

Dick, Ø.B. (2009). *Store Norske Leksikon Jordobservasjon.* Hentet 19. januar 2017 fra https://snl.no/jordobservasjon

Dick, Ø.B. (2015). *Geografisk informasjonssystem.* Store Norske Leksikon. Hentet

30. mai 2017 fra https://snl.no/geografisk_informasjonssystem

Duberstein, G., Johnson-Groh, M. & Moore, T. (2016). *Mms breaks world record.* NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio. Hentet 20. juni 2016 fra https://svs.gsfc.nasa.gov/12405

Duit, R., Niedderer, H. & Schecker, H. (2007). Teaching physics. I *Handbook of research on science education.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Dundas, A.A. (2011). *Hva skjedde med teknologi i skolen?: En studie av læreres erfaringer med teknologi og design i grunnskolen* (Upublisert masteroppgave). Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Fakultet for samfunnsvitenskap og teknologiledelse, Program for lærerutdanning.

ESA. (2016a). *Norge i rommet.* Hentet 20. juni 2016 fra http://www.esa.int/nor/ESA_in_your_country/Norway/Norge_i_rommet2

ESA. (2016b). *What is galileo?* Hentet 20. juni 2016 fra http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Galileo/What_is_Galileo

ESA. (2017a). *Introducing Sentinel-1.* Hentet 20. januar 2017 fra http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1/Introducing_Sentinel-1

ESA. (2017b). *LEOWorks image processing tutorials.* Aftenposten. Hentet 30. mai 2017 fra http://esamultimedia.esa.int/eduspace/LEOworks4_beta_manual.pdf

ESERO. (2016a). *Nordic esero - bakgrunn.* Hentet 20. juni 2016 fra http://esero.no/om-oss/historikk/bakgrunn/

ESERO. (2016b). *Nordic esero - historikk.* Hentet 20. juni 2016 fra http://esero.no/om-oss/historikk/

ESERO. (2016c). *Om nordic esero.* Hentet 20. juni 2016 fra http://esero.no/om-oss/

Flick, U. & Gibbs, G. (2007). Analyzing qualitative data. *Designing qualitative research*, 104.

Forssell, B. (2009). *GNSS.* Store Norske Leksikon. Hentet 20. januar 2017 fra https://snl.no/GNSS

Forssell, B. (2016). *GPS.* Store Norske Leksikon. Hentet 20. januar 2017 fra https://snl.no/GPS

Gaure, S. (2017). *Yr.no feilinformerer om klimaforskning.* Aftenposten. Hentet 30. mai 2017 fra http://www.aftenposten.no/viten/-Simen-Gaure-Yrno-feilinformerer-om-klimaforskning-622102b.html

Gericke, N.M., Hagberg, M., dos Santos, V.C., Joaquim, L.M. & El-Hani, C.N. (2014). Conceptual variation or incoherence? textbook discourse on genes in six countries. *Science & Education*, *23*(2), 381–416.

Goldstein, H., Poole, C.P. & Safko, J.L. (2014). *Classical mechanics: Pearson new international edition.* Pearson Higher Ed.

Grande, J. (2016). *Personlig kommunikasjon med jøran grande, prosjektleder ved nordic esero.* ikke publisert.

Greicius, T. (2017). *NASA's Juno Spacecraft Completes Fifth Science Pass of Jupiter.* NASA's Goddard Space Flight Center. Hentet 30. mai 2017 fra https://www.nasa.gov/feature/jpl/juno-scientists-prepare-for-fifth-science-pass-of-jupiter

Hollingham, R. (2014). *Inside the google earth satellite factory.* Hentet 12. mai 2017 fra http://www.bbc.com/future/story/20140211-inside-the-google-earth-sat-lab

Kunnskapsdepartementet. (2010). *Stortingsmelding nr. 22. motivasjon–mestring–muligheter.* Kunnskapsdepartementet Oslo.

Kunnskapsdepartementet. (2015a). *Meld. st. 28. fag – fordypning – forståelse — en fornyelse av kunnskapsløftet.* Kunnskapsdepartementet Oslo.

Kunnskapsdepartementet. (2015b). *Tett på realfag - nasjonal strategi for realfag i barnehagen og grunnopplæringen (2015–2019).* Kunnskapsdepartementet Oslo. Hentet 14. juni 2016 fra https://www.regjeringen.no/contentassets/869faa81d1d740d297776740e67e3e65/kd_realfagsstrategi.pdf

Kunnskapsdepartementet. (2017a). Overordnet del — verdier og prinsipper - Høringsutkast fra Kunnskapsdepartementet 10.03.17.

Kunnskapsdepartementet. (2017b). Strategi for fagfornyelsen av kunnskapsløftet

og kunnskapsløftet samisk.

Kvale, S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju 2. utgave, 1. opplag.* Oslo: Gyldendal Norske Forlag AS.

Kvernbekk, T. (1995). Om erfaringstyranni og teorityranni. *Nordisk Pedagogik*, *2*, 88–96.

Laherto, A. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy. *Science Education International*, *21*(3), 160–175.

Laherto, A. (2013). Informing the development of science exhibitions through educational research. *International Journal of Science Education, Part B*, *3*(2), 121–143.

Medhaug, I., Stolpe, M.B., Fischer, E.M. & Knutti, R. (2017). Reconciling controversies about the 'global warming hiatus'. *Nature*, *545*(7652), 41–47.

Mehli, H. (2014). *Rom for læring: Hva kan erfaringer fra autentisk naturvitenskapeligarbeid bidra med i klasserommet?* Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Fakultet for naturvitenskap og teknologi, Institutt for fysikk.

Mersmann, K., Ramsayer, K., Perkins, L., Hottle, J., Skelly, C., Schmidt, G.A., ... McCarthy, L. (2017). *2016 Was the Warmest Year on Record.* NASA's Goddard Space Flight Center. Hentet 19. januar 2017 fra http://svs.gsfc.nasa.gov/12475

NAROM. (2016). *Om narom.* Hentet 20. juni 2016 fra https://www.narom.no/om-narom/

NASA. (2013). MAVEN Mars Atmosphere and Volatile Evolution Mission. Hentet 30. mai 2017 fra https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/MAVENFactSheet_Final20130610.pdf

National Coordination Office. (2014). *Timing.* Hentet 12. mai 2017 fra http://www.gps.gov/applications/timing/

NSD. (2017). *Vanlig spørsmål.* NSD - Norsk senter for forskningsdata. Hentet 31. mai 2017 fra http://www.nsd.uib.no/personvernombud/hjelp/vanlige_sporsmal.html

Pedrotti, F.L., Pedrotti, L.M. & Pedrotti, L.S. (2014). *Introduction to Optics - Pearson New International Edition.* Pearson Education Limited.

Pérez, J.M.G. (2016). *Tid, relativitet og navigasjonssatellitter.* Naturfagsenteret. Hentet 30. mai 2017 fra http://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=2145057

Radcliff, M.R., Mersmann, K., Schindler, T.L., Garcia, M.-J.V. & Flores, P.C. (2016). *Record-breaking climate trends 2016 – rising temperatures and shrinking sea ice.* NASA's Goddard Space Flight Center. Hentet 20. juni 2016 fra http://svs.gsfc.nasa.gov/12306

Ramsayer, K. (2015). *NASA Studies Details of a Greening Arctic.* NASA's Goddard Space Flight Center. Hentet 19. januar 2017 fra https://www.nasa.gov/feature/goddard/2016/nasa-studies-details-of-a-greening-arctic

Ringnes, V. (2017). *Kristian birkeland.* Viten. Hentet 29. mai 2017 fra https://www.viten.no/biografi/vis.html?tid=452480

Robson, C. & McCartan, K. (2016). *Real world research.* John Wiley & Sons.

Shaftel, H., Jackson, R. & Tenenbaum, L. (2017). *The consequences of climate change.* NASA's Jet Propulsion Laboratory. Hentet 20. mai 2017 fra https://climate.nasa.gov/effects/

Sjøberg, S. (1998). *Naturfag som allmenndannelse 3. utgave, 2. opplag.*

Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2010). The rose project: An overview and key findings. *Oslo: University of Oslo*, 1–31.

Skaalvik, E.M. & Skaalvik, S. (2005). Skolen som læringsarena. selvoppfatning, motivasjon og læring. *Skolen som læringsarena. Selvoppfatning, motivasjon og læring.*

Skolverket. (2011). *Kursplanen i fysik.* Stockholm: Skolverket. Hentet 12. juni 2016 fra https://www.skolverket.se/laroplaner-amnen-och-kurser/grundskoleutbildning/grundskola/fysik

Tandberg, E. (2016). *Sputnik.* Store Norske Leksikon. Hentet 20. juni 2016 fra https://snl.no/Sputnik

Tønnessen, R.T. (1992). *Demokratisk dannelse i tysk perspektiv: 20 års diskusjon*

om hermann gieseckes syn på den politiske oppdragelsen. Universitetet i Trondheim.

Utdannings- og forskningsdepartementet. (2005). *Realfag, naturligvis - strategi for styrking av realfagene (2002–2007).* Utdannings- og forskningsdepartementet Oslo. Hentet 16. juni 2016 fra https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kilde/ufd/rap/2002/0013/ddd/pdfv/235427-realfag.pdf

Utdanningsdirektoratet. (2013). *Læreplan i naturfag.* Hentet 12. juni 2016 fra http://www.udir.no/kl06/NAT1-03

Voiland, A. (2015). *Shrinking Lakes on the Mongolian Plateau.* NASA Earth Observatory. Hentet 19. januar 2017 fra http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=85665

Weier, J. & Herring, D. (2000). *Measuring Vegetation (NDVI and EVI).* NASA Earth Observatory. Hentet 30. mai 2017 fra https://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/printall.php

Whipple, J., Arensman, W. & Boler, M.S. (2009). A public safety application of gps-enabled smartphones and the android operating system. I *Systems, man and cybernetics, 2009. smc 2009. ieee international conference on* (s. 2059–2061).

Vedlegg

Vedlegg 1 - Intervjuguide

Intervjuguide for intervju med deltakere av satellittkurset ved NAROM på Andøya 19.06.16-23.06.16 - Prosjekt 49930

Relevansen av satellittkurs ved NAROM som videreutdanning for ungdomsskolelærere. Av Gunnar Nergård

Forskningsspørsmål (FS):
1) Hva motiverer ungdomsskolelærere til å ta satellittkurset ved NAROM?
2) Hvor relevant opplever lærerne at kurset er for undervisningen i naturfag i ungdomsskolen?
3) Hvilke argumenter finnes for og imot å inkludere satellitt-teknologi i læreplanen for naturfag i ungdomsskolen?

Briefing om masteroppgaven, intervjurammer og ev. spørsmål
Innledende spørsmål, bakgrunninformasjon
Har du/dere jobbet og ev. hvor mange år i ungdomsskolen?
Hvilke fag underviser du/dere i?
Hvordan hørte du/dere om videreutdanningstilbudene på Andøya?
Hvorfor tenkte du/dere at kurset var relevant/interessant for deg/dere?

FS1 motivasjon
*Kan du fortelle meg litt om hvorfor du valgte å delta på akkurat satellittkurset?
Har du deltatt på videreutdanningskurs før? Hvilket?
*Kan du prøve å sammenligne hvordan du opplevde det forrige kurset i forhold til satellittkurset? (Hvordan er det faglige innholdet i forhold til det som undervises?)
Faglig innhold, arbeid, relevanse for deg som lærer.

FS2 relevanse

Har du undervist i eller brukt satellitt-teknologi i undervisningen tidligere? Hvor stor vekt føler du at du la på temaet?

Synes du fagstoffet som blir lært bort på kurset er relevant for norske elever?

*Har du fått noen ideer til undervisningsopplegg eller lignende gjennom kurset/etter at forarbeidet startet? Er de direkte tilknyttet kursmaterialet, eller konseptuelt?

*Hvordan håper du kurset kommer til å påvirke undervisningen din med en gang du kommer hjem?

Hva med resten av året?

*Kan dere si litt om hva dere syns om eksamensformen?

FS3 inkludere i læreplan

Hvilke utfordringer er de vanligste når man skal gjøre kompliserte prinsipper og begreper tilgjengelige for elevene?

Kan dere tenke på noen andre temaer som kan direkte bli styrket ved å tilknytte satellitt-teknologi i undervisningen? (dvs. kunnskap, eksempler, oppgaver bidrar til å lettere/bedre forstå andre emner).

Debriefing, nye spørsmål eller henvendelser

Vedlegg 2 - Kursbeskrivelse

SATELLITTBILDER, GPS OG GIS I SKOLEN – ANDØYA

Kurset gir et innblikk i hvordan man kan benytte satellittbilder, GPS og geografiske informasjonssystemer i undervisningen. Undervisningsaktiviteter knyttes tett opp mot læreplanmål i skolen.

BRUK AV SATELLITTBILDER I KLASSEROMMET

Bruk av GPS-systemer sammen med programvarer for å analysere satellittbilder, gir mange spennende muligheter til aktiviteter i skolen: identifisering av jordsmonn, skredutsatte plasser, vannledninger, se på flyfoto og sammenligne med satellittbilde for å se hvordan en by eller isbre har endret seg over tid, sammenligne grøntarealet i byer før og nå, mv. Dette er eksempler på oppgaver og prosjekter som kan gjennomføres i en klasse eller ved en skole. I tillegg gir kurset innsikt og verktøy for å analysere satellittbilder som gir informasjon om «helsen» til jorden: utviklingen av havisen i Arktis, variasjoner av CO2 og ozon nivået, er av de mange parameterne som kan studeres gjennom enkle øvelser. Denne kombinasjon av fagkunnskap og ulike verktøy kan brukes til å berike opplæringen i naturvitenskap og geografi. I etterkant av kurset vil det være mulig å låne nødvendig utstyr gratis fra Nordic ESERO til bruk i klasserommet.

UNIK GEOLOGI PÅ ANDØYA

Kurset Satellittbilder, GPS og GIS, avholdes denne gang på Andøya, et spennende sted på grunn av øyas unike geologi. Andøya er trolig det eneste stedet i Skandinavia som ikke var dekket av is under siste istid. Dette har gitt landskapet en helt spesiell utforming med mange geologiskatter som blir utforsket ved bruk

av satellittbilder og feltarbeid under kurset. Metoder og øvelser er tilpasset slik at de er mulig å ta i bruk i eget klasserom. Det forutsettes gode PC-kunnskaper for bruk av programvare. Kursdeltakere må disponere egen PC med Windows hvor man må kunne installere programvare før, under og etter feltsamlingen.

Vedlegg 3 - Meldeskjema

MELDESKJEMA

Meldeskjema (versjon 1.4) for forsknings- og studentprosjekt som medfører meldeplikt eller konsesjonsplikt (jf. personopplysningsloven og helseregisterloven med forskrifter).

1. Intro		
Samles det inn direkte personidentifiserende opplysninger?	Ja ● Nei ○	En person vil være direkte identifiserbar via navn, personnummer, eller andre personentydige kjennetegn. Les mer om hva personopplysninger. NB! Selv om opplysningene skal anonymiseres i oppgave/rapport, må det krysses av dersom det skal innhentes/registreres personidentifiserende opplysninger i forbindelse med prosjektet.
Hvis ja, hvilke?	■ Navn □ 11-sifret fødselsnummer □ Adresse ■ E-post □ Telefonnummer □ Annet	
Annet, spesifiser hvilke		
Skal direkte personidentifiserende opplysninger kobles til datamaterialet (koblingsnøkkel)?	Ja ○ Nei ●	Merk at meldeplikten utløses selv om du ikke får tilgang til koblingsnøkkel, slik fremgangsmåten ofte er når man benytter en databehandler
Samles det inn bakgrunnsopplysninger som kan identifisere enkeltpersoner (indirekte personidentifiserende opplysninger)?	Ja ○ Nei ●	En person vil være indirekte identifiserbar dersom det er mulig å identifisere vedkommende gjennom bakgrunnsopplysninger som for eksempel bostedskommune eller arbeidsplass/skole kombinert med opplysninger som alder, kjønn, yrke, diagnose, etc. NB! For at stemme skal regnes som personidentifiserende, må denne bli registrert i kombinasjon med andre opplysninger, slik at personer kan gjenkjennes.
Hvis ja, hvilke		
Skal det registreres personopplysninger (direkte/indirekte/via IP-/epost adresse, etc) ved hjelp av nettbaserte spørreskjema?	Ja ○ Nei ●	Les mer om nettbaserte spørreskjema.
Blir det registrert personopplysninger på digitale bilde- eller videoopptak?	Ja ○ Nei ●	Bilde/videoopptak av ansikter vil regnes som personidentifiserende.
Søkes det vurdering fra REK om hvorvidt prosjektet er omfattet av helseforskningsloven?	Ja ○ Nei ●	NB! Dersom REK (Regional Komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk) har vurdert prosjektet som helseforskning, er det ikke nødvendig å sende inn meldeskjema til personvernombudet (NB! Gjelder ikke prosjekter som skal benytte data fra pseudonyme helseregistre). Dersom tilbakemelding fra REK ikke foreligger, anbefaler vi at du avventer videre utfylling til svar fra REK foreligger.
2. Prosjekttittel		
Prosjekttittel	Relevansen av satellittkurs ved NAROM som videreutdanning for ungdomsskolelærere	Oppgi prosjektets tittel. NB! Dette kan ikke være «Masteroppgave» eller liknende, navnet må beskrive prosjektets innhold.
3. Behandlingsansvarlig institusjon		
Institusjon Avdeling/Fakultet Institutt	NTNU Fakultet for samfunnsvitenskap og teknologiledelse Program for lærerutdanning	Velg den institusjonen du er tilknyttet. Alle nivå må oppgis. Ved studentprosjekt er det studentens tilknytning som er avgjørende. Dersom institusjonen ikke finnes på listen, har den ikke avtale med NSD som personvernombud. Vennligst ta kontakt med institusjonen.
4. Daglig ansvarlig (forsker, veileder, stipendiat)		

Fornavn	Berit	Før opp navnet på den som har det daglige ansvaret for prosjektet. Veileder er vanligvis daglig ansvarlig ved studentprosjekt.
Etternavn	Bungum	
Stilling	Professor	Veileder og student må være tilknyttet samme institusjon. Dersom studenten har ekstern veileder, kanbiveileder eller fagansvarlig ved studiestedet stå som daglig ansvarlig.
Telefon	73595268	
Mobil	91782538	Arbeidssted må være tilknyttet behandlingsansvarlig institusjon, f.eks. underavdeling, institutt etc.
E-post	berit.bungum@ntnu.no	NB! Det er viktig at du oppgir en e-postadresse som brukes aktivt. Vennligst gi oss beskjed dersom den endres.
Alternativ e-post	gunnane@stud.ntnu.no	
Arbeidssted	NTNU - Trondheim	
Adresse (arb.)	Realfagbygget	
Postnr./sted (arb.sted)	7491 Trondheim	
5. Student (master, bachelor)		
Studentprosjekt	Ja ● Nei ○	Dersom det er flere studenter som samarbeider om et prosjekt, skal det velges en kontaktperson som føres opp her. Øvrige studenter kan føres opp under pkt 10.
Fornavn	Gunnar	
Etternavn	Nergård	
Telefon		
Mobil	48414190	
E-post	gunnar.nergard@gmail.com	
Alternativ e-post	gunnane@stud.ntnu.no	
Privatadresse	Njords Veg 30 A	
Postnr./sted (privatadr.)	7035 Trondheim	
Type oppgave	● Masteroppgave ○ Bacheloroppgave ○ Semesteroppgave ○ Annet	
6. Formålet med prosjektet		
Formål	Hensikt: Undersøke læreres utbytte av et videreutdanningskurs og hvordan kursinnholdet kan gjøres relevant for deres undervisning på ungdomstrinnet. Forskningsspørsmål: Hva motiverer ungdomsskolelærere til å ta videreutdanningskurs som satelitt-kurset ved NAROM? Hvor relevant opplever lærerne at kurset er for undervisningen i naturfag?	Redegjør kort for prosjektets formål, problemstilling, forskningsspørsmål e.l.
7. Hvilke personer skal det innhentes personopplysninger om (utvalg)?		
Kryss av for utvalg	□ Barnehagebarn □ Skoleelever □ Pasienter □ Brukere/klienter/kunder □ Ansatte □ Barnevernsbarn ■ Lærere □ Helsepersonell □ Asylsøkere □ Andre	
Beskriv utvalg/deltakere	Ungdomsskolelærere som tar videreutdanningskurs ved NAROM.	Med utvalg menes dem som deltar i undersøkelsen eller dem det innhentes opplysninger om.
Rekruttering/trekking	Masterstudent Gunnar velger deltagere av kurset tilfeldig og fortløpende.	Beskriv hvordan utvalget trekkes eller rekrutteres og oppgi hvem som foretar den. Et utvalg kan trekkes fra registre som f.eks. Folkeregisteret, SSB-registre, pasientregistre, eller det kan rekrutteres gjennom f.eks. en bedrift, skole, idrettsmiljø eller eget nettverk.

Førstegangskontakt	Kontakten skjer gjennom feltsamling av påmeldte i regi av NAROM og Nordic ESERO	Beskriv hvordan kontakt med utvalget blir opprettet og av hvem. Les mer om dette på temasidene.
Alder på utvalget	□ Barn (0-15 år) □ Ungdom (16-17 år) ■ Voksne (over 18 år)	Les om forskning som involverer barn på våre nettsider.
Omtrentlig antall personer som inngår i utvalget	10	
Samles det inn sensitive personopplysninger?	Ja ○ Nei ●	Les mer om sensitive opplysninger.
Hvis ja, hvilke?	□ Rasemessig eller etnisk bakgrunn, eller politisk, filosofisk eller religiøs oppfatning □ At en person har vært mistenkt, siktet, tiltalt eller dømt for en straffbar handling □ Helseforhold □ Seksuelle forhold □ Medlemskap i fagforeninger	
Inkluderes det myndige personer med redusert eller manglende samtykkekompetanse?	Ja ○ Nei ●	Les mer om pasienter, brukere og personer med redusert eller manglende samtykkekompetanse.
Samles det inn personopplysninger om personer som selv ikke deltar (tredjepersoner)?	Ja ○ Nei ●	Med opplysninger om tredjeperson menes opplysninger som kan spores tilbake til personer som ikke inngår i utvalget. Eksempler på tredjeperson er kollega, elev, klient, familiemedlem.
8. Metode for innsamling av personopplysninger		
Kryss av for hvilke datainnsamlingsmetoder og datakilder som vil benyttes	□ Papirbasert spørreskjema □ Elektronisk spørreskjema ■ Personlig intervju ■ Gruppeintervju ■ Observasjon ■ Deltakende observasjon □ Blogg/sosiale medier/internett □ Psykologiske/pedagogiske tester □ Medisinske undersøkelser/tester □ Journaldata	Personopplysninger kan innhentes direkte fra den registrerte f.eks. gjennom spørreskjema,intervju, tester, og/eller ulike journaler (f.eks. elevmapper, NAV, PPT, sykehus) og/eller registre (f.eks.Statistisk sentralbyrå, sentrale helseregistre). NB! Dersom personopplysninger innhentes fra forskjellige personer (utvalg) og med forskjellige metoder, må dette spesifiseres i kommentar-boksen. Husk også å legge ved relevante vedlegg til alle utvalgs-gruppene og metodene som skal benyttes. Les mer om registerstudier her. Dersom du skal anvende registerdata, må variabelliste lastes opp under pkt. 15
	□ Registerdata	
	□ Annen innsamlingsmetode	
Tilleggsopplysninger		
9. Informasjon og samtykke		
Oppgi hvordan utvalget/deltakerne informeres	□ Skriftlig ■ Muntlig □ Informeres ikke	Dersom utvalget ikke skal informeres om behandlingen av personopplysninger må det begrunnes. Les mer her. Vennligst send inn mal for skriftlig eller muntlig informasjon til deltakerne sammen med meldeskjema. Last ned en veiledende mal her. NB! Vedlegg lastes opp til sist i meldeskjemaet, se punkt 15 Vedlegg.
Samtykker utvalget til deltakelse?	● Ja ○ Nei ○ Flere utvalg, ikke samtykke fra alle	For at et samtykke til deltakelse i forskning skal være gyldig, må det være frivillig, uttrykkelig og informert. Samtykke kan gis skriftlig, muntlig eller gjennom en aktiv handling. For eksempel vil et besvart spørreskjema være å regne som et aktivt samtykke. Dersom det ikke skal innhentes samtykke, må det begrunnes.
10. Informasjonssikkerhet		
Spesifiser	Eventuelle personidentifiserende opplysninger vil bli skrevet på papir.	NB! Som hovedregel bør ikke direkte personidentifiserende opplysninger registreres sammen med det øvrige datamaterialet.

Hvordan registreres og oppbevares personopplysningene?	□ På server i virksomhetens nettverk □ Fysisk isolert PC tilhørende virksomheten (dvs. ingen tilknytning til andre datamaskiner eller nettverk, interne eller eksterne) □ Datamaskin i nettverkssystem tilknyttet Internett tilhørende virksomheten ■ Privat datamaskin □ Videoopptak/fotografi □ Lydopptak ■ Notater/papir ■ Mobile lagringsenheter (bærbar datamaskin, minnepenn, minnekort, cd, ekstern harddisk, mobiltelefon) □ Annen registreringsmetode	Merk av for hvilke hjelpemidler som benyttes for registrering og analyse av opplysninger. Sett flere kryss dersom opplysningene registreres på flere måter. Med «virksomhet» menes her behandlingsansvarlig institusjon. NB! Som hovedregel bør data som inneholder personopplysninger lagres på behandlingsansvarlig sin forskningsserver. Lagring på andre medier - som privat pc, mobiltelefon, minnepinne, server på annet arbeidssted - er mindre sikkert, og må derfor begrunnes. Slik lagring må avklares med behandlingsansvarlig institusjon, og personopplysningene bør krypteres.
Annen registreringsmetode beskriv		
Hvordan er datamaterialet beskyttet mot at uvedkommende får innsyn?	Den private datamaskinen er sikret med passord og er plasser i et låsbart rom. Passordsikret mobiltelefon.	Er f.eks. datamaskintilgangen beskyttet med brukernavn og passord, står datamaskinen i et låsbart rom, og hvordan sikres bærbare enheter, utskrifter og opptak?
Samles opplysningene inn/behandles av en databehandler?	Ja ○ Nei ●	Dersom det benyttes eksterne til helt eller delvis å behandle personopplysninger, f.eks. Questback, transkriberingsassistent eller tolk, er dette å betrakte som en databehandler. Slike oppdrag må kontraktsreguleres.
Hvis ja, hvilken		
Overføres personopplysninger ved hjelp av e-post/Internett?	Ja ○ Nei ●	F.eks. ved overføring av data til samarbeidspartner, databehandler mm. Dersom personopplysninger skal sendes via internett, bør de krypteres tilstrekkelig. Vi anbefaler for ikke lagring av personopplysninger på nettskytjenester. Dersom nettskytjeneste benyttes, skal det inngås skriftlig databehandleravtale med leverandøren av tjenesten.
Hvis ja, beskriv?		
Skal andre personer enn daglig ansvarlig/student ha tilgang til datamaterialet med personopplysninger?	Ja ○ Nei ●	
Hvis ja, hvem (oppgi navn og arbeidssted)?		
Utleveres/deles personopplysninger med andre institusjoner eller land?	● Nei ○ Andre institusjoner ○ Institusjoner i andre land	F.eks. ved nasjonale samarbeidsprosjekter der personopplysninger utveksles eller ved internasjonale samarbeidsprosjekter der personopplysninger utveksles.
11. Vurdering/godkjenning fra andre instanser		
Søkes det om dispensasjon fra taushetsplikten for å få tilgang til data?	Ja ○ Nei ●	For å få tilgang til taushetsbelagte opplysninger fra f.eks. NAV, PPT, sykehus, må det søkes om dispensasjon fra taushetsplikten. Dispensasjon søkes vanligvis fra aktuelt departement.
Hvis ja, hvilke		
Søkes det godkjenning fra andre instanser?	Ja ○ Nei ●	F.eks. søke registereier om tilgang til data, en ledelse om tilgang til forskning i virksomhet, skole.
Hvis ja, hvilken		
12. Periode for behandling av personopplysninger		
Prosjektstart Planlagt dato for prosjektslutt	19.09.2016 31.05.2017	Prosjektstart Vennligst oppgi tidspunktet for når kontakt med utvalget skal gjøres/datainnsamlingen starter. Prosjektslutt: Vennligst oppgi tidspunktet for når datamaterialet enten skalanonymiseres/slettes, eller arkiveres i påvente av oppfølgingsstudier eller annet.
Skal personopplysninger publiseres (direkte eller indirekte)?	□ Ja, direkte (navn e.l.) ■ Ja, indirekte (bakgrunnsopplysninger) ■ Nei, publiseres anonymt	NB! Dersom personopplysninger skal publiseres, må det vanligvis innhentes eksplisitt samtykke til dette fra den enkelte, og deltakere bør gis anledning til å lese gjennom og godkjenne sitater.
Hva skal skje med datamaterialet ved prosjektslutt?	■ Datamaterialet anonymiseres □ Datamaterialet oppbevares med personidentifikasjon	NB! Her menes datamaterialet, ikke publikasjon. Selv om data publiseres med personidentifikasjon skal som regel øvrig data anonymiseres.Med anonymisering menes at datamaterialet bearbeides slik at det ikke lenger er mulig å føre opplysningene tilbake til enkeltpersoner. Les mer om anonymisering.
13. Finansiering		

Hvordan finansieres prosjektet?		

14. Tilleggsopplysninger

Tilleggsopplysninger		