



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2021 30 stp
Fakultet for realfag og teknologi

Handler lærebokoppgaver kun om å reprodusere eller stimulerer de til kritisk tenkning? En analyse av lærebokoppgaver i naturfag.

Are textbook tasks just about reproducing or can
they stimulate to critical thinking?
An analysis of textbook tasks in science education.

Truls Even Øverjordet
Lektorutdanning i realfag (LUR), NMBU

Forord

Masteroppgaven marker avslutningen på fem flotte år ved Norges Miljø- og Biovitenskapelige universitet. Lektorløpet ved NMBU har gitt meg et godt utgangspunkt som lærer og trygghet i møte med arbeidslivet. Gjennom de fem årene i utdanningsløpet har jeg tilegnet meg mye verdifull kunnskap og erfaring, både gjennom den faglige-, pedagogiske- og didaktiske tilnærmingen NMBU har tilbudt. Jeg vil takke mine foreldre for støtten gjennom hele utdanningen. Spesielt takk til veilederen min, Gerd Johansen, som har hjulpet meg gjennom masteråret. Du har vært en støttespiller og stilt opp da jeg har trengt det. Tusen takk for all hjelpen!

Jeg vil også benytte anledningen til å takke mine venner og medstudenter som har støttet meg gjennom hele utdanningen. Tusen takk til Vilde Grytnes, Hana Zukanovic og Malin Berglund!

Til slutt vil jeg gi en spesiell takk til mormor og bestefar, Liv Rita og Erling, for å ha lånt meg bilen deres gjennom hele våren. Uten lånebil til pendling mellom jobb og studier tror jeg ikke masteroppgaven hadde blitt ferdig før fristen. Tusen takk!

19.05.2021

Truls Øverjordet

Sammendrag

Denne masteroppgaven tar utgangspunkt i fysikkrelaterte lærebokoppgaver og hvordan disse legger til rette for elevenes kompetanseutvikling innen *kritisk tenkning*. Egne erfaringen gjennom praksis og jobb på videregående skole, samt didaktisk litteratur, vektlegger og peker på lærebøkernes og lærebokoppgavenes betydelige rolle i undervisningen, for både elever og lærere.

Forskningsspørsmålet er «*I hvilken grad kan lærebokoppgaver, i naturfag på Vg1 studieforberedende, styrke elevenes kompetanse innen kritisk tenkning?*».

For å undersøke forskningsspørsmålet har jeg anvendt metoden kvalitativ innholdsanalyse og analysert 722 lærebokoppgaver i de tre norske lærebøkene Naturfag SF, Senit SF og Kosmos SF. Lærebokoppgavene er valgt ut, basert på kompetansemål i naturfagslæreplanen. I analysen bearbeides det empiriske materialet for å kartlegge fordelingen av kognitive prosesser lærebokoppgavene stimulerer til. Jeg bruker teori om ulike kognitive prosesser og kobler dem opp mot hva elevene må gjøre for å løse ulike oppgavetyper i lærebøkene. Analysen beskriver de kognitive prosessene etter kategoriene: *reprodusere, forklare, anvende, analysere, vurdere* og *skape*. Legger for eksempel lærebokoppgavene opp til at elevene skal gjengi et begrep, analysere et system, vurdere en problemstilling eller planlegge en utforskning? De ulike kognitive prosessene gis ulike verdier, fra lav til høy kompleksitet, basert på Krathwohls taksonomi. Målet med denne analysen er å få en prosentvis oversikt over lærebokoppgavene, kategorisert etter hvilken type kognitiv prosess det legges til rette for at elevene bør anvende.

Funnene i analysen gir en oversikt over fordelingen av kognitive prosesser blant lærebokoppgavene. Dette danner grunnlaget for diskusjonen og besvarelsen av forskningsspørsmålet.

Funnene viser en stor mangel på oppgaver som stimulerer til anvendelse av komplekse kognitive prosesser hos elevene. Kompetanseutvikling innen kritisk tenkning forutsetter anvendelse av komplekse kognitive prosesser. Lærebokoppgavene legger derfor i liten grad til rette for elevens kompetanseutvikling innen kritisk tenkning. På en annen side er lærebokoppgavene kun én av flere deler i lærebøkene, og en mer helhetlig analyse kunne gitt andre resultater. Til videre forskning oppfordrer jeg til å analysere flere elementer i læreboka.

Abstract

This master's thesis is based on physics-related textbook tasks and how these facilitate the student's competence development in critical thinking. My own experiences through practice and work in upper secondary school, as well as didactic literature, emphasizes and points to the significant role of textbooks and textbook tasks in teaching, for both students and teachers.

The research question is "*To what extent can textbook tasks, in science education, contribute to students' competence development in critical thinking?*".

To investigate the research question, I have used the method qualitative content analysis and analyzed 722 textbook tasks in the three Norwegian textbooks Naturfag SF, Senit SF and Kosmos SF. The textbook tasks have been selected, based on physics-related competence goals in the science curriculum. In the analysis, the empirical material is processed to map which cognitive processes the textbook tasks facilitate. I use literature about different cognitive processes and connect them to what the students must do to solve the different types of tasks in the textbooks. The analysis describes the cognitive processes by the categories: *reproduce, explain, apply, analyze, evaluate* and *create*. For example, should the student reproduce a concept, analyze a system, evaluate a problem or plan an exploration? The different cognitive processes are given different values, from low to high complexity, based on Krathwohl's taxonomy. The aim of this analysis is to get a percentage overview of the textbook tasks, categorized according to the type of cognitive process that the students should apply.

The findings in the analysis provides an overview of the distribution of cognitive processes among the textbook tasks. This forms the basis for the discussion and answering of the research question.

The findings show a great lack of tasks that facilitate the use of complex cognitive processes in students. Competence development in critical thinking is associated with the application of complex cognitive processes. The textbook assignments therefore do little to facilitate the student's competence development in critical thinking. On the other hand, textbook assignments are only one of several parts of the textbooks, and a more comprehensive analysis could give other results. For further research, I encourage researchers to analyze several elements in the textbook.

Figurliste

Figur 1: Blooms taksonomi, hierarkisks sortert fra kunnskap til vurdering.....	14
Figur 2: Forskjellen mellom Blooms taksonomi (venstre) og Krathwohls taksonomi (høyre). Substantiv er omgjort til verb og de to øverste nivåene har byttet plass Syntese bytter navn til Skape.....	15
Figur 3: Stegene i kvalitativ innholdsanalyse (QCA) (oversatt fra Schreier, 2012, s. 6).....	23
Figur 4: Første utkast (koderamme 1) basert på en datadrevet (induktiv) prosess.....	30
Figur 5: Andre utkast (koderamme 2) basert på en konseptdrevet (deduktiv) prosess, med utgangspunkt i Blooms taksonomi.....	31
Figur 6: Koderamme med hierarkisk oppbygning av kognitive prosesser fra lav til høy kompleksitet. Koderammen består av seks kategorier under hoveddimensjonen kognitive prosesser.....	33
Figur 7: Oppgave 6.402 i Naturfag SF (Brandt, Hushovd & Tellefsen, 2020, s. 224).....	36
Figur 8: Uthevet tekstboks med refleksjonsloven fra Naturfag SF (Brandt et al., 2020, s. 203).....	36
Figur 9: Figur tilhørende oppgave 7.551 i tema Radioaktivitet, fra Naturfag SF (Brandt et al., 2020, s. 271).....	42
Figur 10: Eksempeloppgave 1.26 i tema Naturvitenskap, fra Senit SF (Svendsen, Juel, Stølevik & Marion, 2020, s. 29).....	43
Figur 11: Oppgave 7.204 i tema Radioaktivitet fra Naturfag SF (Brandt et al., 2020, s. 264).....	49
Figur 12: Oppgave 7.304 i tema Radioaktivitet fra Naturfag SF (Brandt et al., 2020, s. 265). Eksempel på en oppgave bestående av flere kodingsenheter.....	49
Figur 13: Iterativ prosess for test, evaluering og modifikasjon av koderammen.....	51

Figur 14: Prosentvis fordeling av de kognitive prosessene som kreves for oppgaveløsning av lærebokoppgavene i de tre naturfagsbøkene, Naturfag SF, Senit SF og Kosmos SF, med hensyn på fysikk-kompetansemålene.....	55
Figur 15: Utklipp av figuren til oppgave 6.206 «Hvilken kurve nedenfor har størst bølgelengde?» i Naturfag SF (Brandt et al., 2020, s. 223).....	58
Figur 16: Oppgave 7.201 i tema strålingstyper (Brandt, Hushovd & Tellefsen, 2020, s. 264).....	62
Figur 17: Oppgave 4.38 a) og b) i tema Kunnskap om verdensrommet fra EM-stråling, fra Senit SF (Svendsen et al., 2020, s. 202).....	62
Figur 18: Gjennomsnittlig trendlinje for prosentvis fordeling av kognitive prosesser i lærebøkene. Her er gjennomsnittet innenfor hver kategori presentert som en trendlinje for å visualisere den synkende trenden for mer komplekse kognitive prosesser.....	66
Figur 19: Forsøk F 1.1 Såpebobler i tema Naturvitenskap fra Kosmos SF (Heskestad et al., 2020, s. 33).....	68
Figur 20: Forsøk 6.5 Micro: bit og radio i tema Bølger fra Naturfag SF (Brandt et al., 2020, s. 227).....	68
Figur 21: Forsøk F 2.5 Resonans i tema Bølger fra Kosmos SF (Heskestad et al., 2020, s. 72).....	68
Figur 22: Sammenligning av resultatene i Andersson-Bakken, Jegstad og Bakken (2020) og analysen av kognitive prosesser.....	72

Innholdsfortegnelse

FORORD	I
SAMMENDRAG	II
ABSTRACT	III
FIGURLISTE	IV
1. INNLEDNING	1
1.1. BAKGRUNN FOR VALG AV TEMA.....	1
1.2. MINE ERFARINGER OG BEGRUNNELSER FOR OPPGAVEN	1
1.3. METODE-, ANALYSE- OG FORSKNINGSSPØRSMÅL.....	2
1.3.1. Metodespørsmål.....	2
1.3.2. Analyse spørsmål	3
1.3.3. Forskningsspørsmål	4
1.4. FREMLEGG AV STRUKTUR OG OPPBYGNING.....	4
2. TEORI	5
2.1. LÆREBØKER OG LÆREBOKOPPGAVER I DEN NORSKE SKOLEN	5
2.2. FAGFORNYELSEN – KRITISK TENKNING	10
2.3. KOGNITIVE PROSESSER OG LÆREBOKOPPGAVER	13
3. METODE	21
3.1. METODETEORI	21
3.1.1. Kvalitativ og kvantitativ metode.....	21
3.1.2. Kvalitativ innholdsanalyse.....	22

3.2. METODEOPPSETT	23
3.2.1. Bestemmelse av forskningsspørsmål og valg datamaterialet.....	24
3.2.1.1. Bestemmelse av metode-, forsknings- og analysespørsmål.....	24
3.2.1.2. Valg av datamaterialet	26
3.2.2. Oppbygning av koderammen.....	28
3.2.2.1. Utvelgelse av data til analysen.....	28
3.2.2.2. Strukturering og generering av koderammen.....	29
3.2.2.3. Definerings av kategoriene.....	34
3.2.2.4. Utvikling av første kategori - Reproducere.....	35
3.2.2.5. Utvikling av andre kategori - Forklare.....	37
3.2.2.6. Utvikling av tredje kategori – Anvende.....	39
3.2.2.7. Utvikling av fjerde kategori – Analysere.....	41
3.2.2.8. Utvikling av femte kategori – Vurdere	43
3.2.2.9. Utvikling av sjette kategori – Skape	45
3.2.2.10. Revurdere og ekspandere.....	48
3.2.3. Kodingsenheter	48
3.2.4. Test av koderammen	50
3.2.4.1 Test, evaluering og modifikasjon av koderammen	50
3.2.4.2 Reliabilitet og validitet.....	52
3.2.5. Hovedanalyse og resultater	54
4. RESULTATER - ANALYSE.....	55
4.1. PROSENTVIS FORDELING AV KOGNITIVE PROSESSER I NORSKE NATURFAGSLÆREBØKER	55
4.1.2. Reproducere - resultater	56
4.1.2. Forklare - resultater.....	57

4.1.3. Anvende - resultater	59
4.1.4. Analysere - resultater	61
4.1.5. Vurdere - resultater	63
4.1.6. Skape - resultater.....	65
4.2 SAMLEDE RESULTATER OG TRENDEN I DATASETET	66
5. DISKUSJON.....	67
5.1. METODE – DISKUSJON	67
5.2. RESULTATER – DISKUSJON	71
5.3. FORSKNINGSSPØRSMÅL – DISKUSJON	73
6. KONKLUSJON.....	76
ETTERORD	77
LITTERATURLISTE	78

1. Innledning

1.1. Bakgrunn for valg av tema

Bakgrunnen for valg av lærebokanalyse bygger på egne erfaringer med hvordan forlagene og lærebokforfatterne har valgt å presentere kompetansemålene i sine lærebøker. Jeg har opplevd mye som er kvalitativt godt, men også tilsynelatende upresise formuleringer, figurer uten kontekst, progresjon som virker lite gjennomtenkt og oppgaver som i liten grad lar elevene tenke selv, men som kun ber elevene reprodusere informasjon fra siden foran. Jeg synes det er interessant å se hvordan forlagene og lærebokforfatterne velger å formidle de nye kompetansemålene i Fagfornyelsen (LK20). Alle forlagene har gitt ut sitt førsteeksemplar samtidig, og skolene har så langt mindre enn et års erfaring med de nye lærebøkene og læreplaner gjeldene fra skoleåret 20/21. En kronikk skrevet av faglærer og lærebokforfatter, Ane Christiansen, i Aftenposten i november 2020, beskriver mangelen på nettopp kvalitetssikring og forskning på lærebøkene. Det antydes at *ingen* anmelder lærebøkene, heller ikke lærerutdanningene (Christiansen, 2020). Jeg var selv ansvarlig på min skole for å velge lærebok i naturfag før skoleåret 20/21, og satt igjen med en følelse av usikkerhet etter valget. Hva gjør en lærebok god, middels eller dårlig? Dette er et vanskelig spørsmål, både kvalitativt og kvantitativt. Det er ingen bestemte retningslinjer eller kriterier som beskriver en lærebok som god eller dårlig. Jeg bestemte meg derfor for å benytte masteroppgaven til å gå i dybden i lærebøker for å utforske hvilke parametere som kan utforskes i en kvalitetsvurdering av en lærebok. Det viste seg raskt at en helhetlig vurdering av lærebøkene var utenfor rammene til en masteroppgave. Jeg har valgt ut spesifikke elementer i læreplanen (LK20) og læreboka i et forsøk på å gjøre en grundig analyse av lærebokoppgavene, med mål om å vurdere i hvilken grad disse legger til rette for elevenes utvikling av kompetansen *kritisk tenkning*.

1.2. Mine erfaringer og begrunnelser for oppgaven

Egen erfaring gjennom praksis på lektorstudiet og gjennom arbeid som lærer har vist meg hvor stor ressurs gode lærebøker kan være og at mye planlegging, undervisning og vurdering skjer i korrelasjon med læreboken skolen har valgt til faget. Dette kommer også frem i forskning på hvordan lærere støtter seg til læreboka og bruker den som utgangspunkt for undervisning (Gilje et al., 2016; Skjelbred, 2003; Skjelbred, Solstad & Aamotsbakken, 2005).

I beskrivelsen av forskningsspørsmålet skriver jeg at utgangspunktet for analysen er naturfagets kompetansemål i fysikk. Dette er fordi jeg er fysikdidaktiker og ønsker å holde meg til det fysikkrelaterte i naturfagsbøkene. Grunnen til at jeg velger naturfagsbøker og ikke fysikkbøker, er at Fagfornyelsen (LK20) ikke har tredd i kraft i fysikk 1 eller fysikk 2, skoleåret 20/21. Jeg anser det som lite meningsfullt å forske på lærebøker basert på en utgående og gammel læreplan (LK06), da Fagfornyelsen har tredd i kraft i naturfag Vg1. Analysen tar for seg 722 lærebokoppgaver, fordelt på tre lærebøker. Min hypotese er at lærebøkene i for stor grad legger opp til at elevene skal reprodusere informasjon fra sidene foran og at de i for liten grad utsettes for oppgaver som krever mer komplekse kognitive prosesser. I masteroppgaven gjøres det en vurdering på hvilke konsekvenser dette kan ha for utviklingen av elevenes kompetanse innen *kritisk tenkning*.

1.3. Metode-, analyse- og forskningsspørsmål

Hensikten med å ha både metode-, analyse- og forskningsspørsmål er å kunne differensiere mellom hva som er metodevalget, hva som er analysen med tilhørende resultater og drøftingen av forskningsspørsmål i diskusjonsdelen. Forskningsmetoden og analysen gjøres uavhengig av forskningsspørsmålet. Dette gir muligheten for å besvare metodespørsmålet i methodedelen, hvor oppgaven vurderer hvorfor og hvordan forskning på lærebøker kan og bør utføres. Analysespørsmålet vil bli besvart med kvantitative data i analysen, mens forskningsspørsmålet drøftes i diskusjonsdelen. Målet med analysen er å skaffe et datagrunnlag som kan drive drøftingen av forskningsspørsmålet. Dataen fra funnene i analysen vil fungere som et utgangspunkt og argumentasjonsgrunnlag for å drøfte i hvilken grad lærebokoppgavene legger til rette for elevens kritiske tenkning.

1.3.1. Metodespørsmål

«Hvordan forske på lærebøker?»

Innledningsvis pekte jeg på hvor viktige lærebøker er i skolen og hvordan de ofte er et utgangspunkt for mye av lærernes undervisning. Med et ønske om å forske på lærebøker startet jeg med den didaktiske litteraturen og tidligere forskning, for å undersøke hvordan lærebokforskning vanligvis gjennomføres. Det er flere temaer innenfor lærebokforskning som

er interessante; bl.a. tekstanalyser, bilde- og modellanalyser, struktur, samt aktiviteter og oppgaver i tillegg til selve teori-innholdet. Det finnes ulike forskningskulturer og tradisjoner i lærebokforskning. Det forskningen ofte har til felles er at det gjerne dreier seg om ulike typer av kvalitativ innholdsanalyse. Min tilnærming er metoden; qualitative content analysis (QCA), slik Schreier (2012) beskriver den. Her har jeg bl.a. sett på undersøkelser gjort av Andersson-Bakken et al. (2020) og Knain (2003). QCA er en fleksibel forskningsmetode, som handler om å tolke, beskrive og systematisere data. For å kunne trekke ut deler av et større datasett vil QCA være en formålstjenlig tilnærming, i tillegg til å beskrive og systematisere relevante data. Jeg ønsker å finne ut i hvilken grad lærebokoppgavene legger til rette for utviklingen av elevens kompetanse innen *kritisk tenking*.

1.3.2. Analyse spørsmål

«Hvilke kognitive prosesser stimulerer ulike lærebokoppgaver til?»

Målet med det empiriske arbeidet var å formulere et analysespørsmål som kunne gi kvantitative data. Vil dataene kunne gi et argumentasjonsgrunnlag for å diskutere hvordan lærebokoppgavene legger til rette for styrke elevenes kompetanse innen kritisk tenkning? Empirien undersøker ikke hvordan elevene arbeider eller tenker, men analyserer hvilke kognitive prosesser de ulike oppgavetyperne forutsetter. Empirien inneholder ikke observasjoner av elever som jobber med lærebokoppgavene eller intervjuer med elever som har jobbet med lærebokoppgavene. Analysen bygger på empiri bestående av lærebokoppgaver hentet fra de tre nye naturfagsbøkene som brukes i skolen, skoleåret 20/21.

Gjennom iterative prosesser ble koderammer utviklet og forbedret, basert på Krathwohls taksonomi, der de ulike kognitive prosessene gis ulike verdier, fra lav til høy kompleksitet. Kognitive prosesser i denne masteroppgaven handler om hva lærebokoppgavene legger opp til at elevene må gjøre for å løse dem. Analysen beskriver de kognitive prosessene etter kategoriene: *reprodusere, forklare, anvende, analysere, vurdere* og *skape*. Skal for eksempel eleven gjengi et begrep, analysere et system, vurdere en problemstilling eller planlegge en utforskning? Målet med analysen er å få en prosentvis fordeling av lærebokoppgavene, kategorisert etter hvilken type kognitiv prosess det legges til rette for at elevene kan anvende.

1.3.3. Forskningsspørsmål

«I hvilken grad kan lærebokoppgaver, i naturfag på Vg1 studieforberevende, styrke elevenes kompetanse innen kritisk tenkning?»

Målet med masteroppgaven er å analysere lærebokoppgaver for å si noe om hvordan de legger til rette for elevenes kompetanseutvikling innen *kritisk tenkning*. Forskningen tar utgangspunkt i de nye naturfagsbøkene, laget i henhold til ny læreplan (LK20) der kritisk tenkning er en viktig del, beskrevet i Fagfornyelsens overordnede del – opplæringens verdigrunnlag. Forskningsspørsmålet tar for seg lærebokoppgaver og kompetansen kritisk tenkning. Empirien tar i tillegg utgangspunkt i utvalgte fysikkrelaterte lærebokoppgaver. Utvelgelsesprosessen beskrives i metoddelen.

Litteratur om kompetansen *kritisk tenkning* presenteres i teoridelen. I diskusjonsdelen knyttes ulike kognitive prosesser opp mot kompetansen kritisk tenkning, for å drøfte i hvilken grad lærebokoppgavene legger til rette for at elevene utvikler denne viktige kompetansen. Forskningsspørsmålet ble justert fra å se på generelle verdiprinsipper i læreplanen til spesifikt kompetansen; *kritisk tenkning*. Masteroppgaven endret seg fra å vurdere lærebøker på generelt grunnlag, til mer spesifikt å undersøke hvordan lærebokoppgaver kan styrke elevenes kompetanse innen kritisk tenkning.

1.4. Fremlegg av struktur og oppbygning

- Del 1: Innledning Innledningen tar for seg bakgrunn for valg av tema og presentasjon av metode-, forsknings- og analyse spørsmål
- Del 2: Teori Teoridelen presenterer litteratur og forskning om lærebokens rolle i skolen, noe jeg oppfatter som relevant teori knyttet opp mot forskningsspørsmålet. I tillegg presenteres kompetansen kritisk tenkning. Teorien om kritisk tenkning, sammen med resultatene av analysen, danner grunnlaget for drøftingen av forskningsspørsmålet. Den siste delen av teorien tar for seg kognitive prosesser, som er grunnlaget for koderammen og det empiriske arbeidet i masteroppgaven.
- Del 3: Metode Metoddelen presenterer og forklarer eget metodevalg, samt den kvalitative forskningen. Metodevalget, forskningsprosessen og

koderammen beskrives i detalj. Koderammen er denne sammenhengen det viktigste verktøyet i en kvalitativ innholdsanalyse (QCA). I denne delen vurderes også validitet og reliabilitet.

- Del 4: Resultater Resultatdelen presenterer funnene i analysen og arbeidet med empirien. Kategoriene og de kognitive prosessene blir først presentert en og en, før samlede resultater og trender i datasettet til blir fremstilt.
- Del 5: Diskusjon Diskusjonsdelen er delt i tre hoveddeler. Først diskuteres metoden, forskningsprosessen og koderammen. Her blir det lagt spesiell vekt på mulige forbedringer i analysen av det empiriske materialet. Deretter diskuteres resultatene, spesielt trendene i datasettet og mulige forklaringer på disse. Til slutt drøftes forskningsspørsmålet basert på fordelingen av de kognitive prosessene, lærebokoppgavene legger til rette for, knyttet opp mot kompetansen kritisk tenkning.
- Del 6: Konklusjon Konklusjoner fra diskusjonen legges frem, basert på drøfting av metoden, resultatene og forskningsspørsmålet, samt forslag til videre forskning på dette interessante og relevante temaet.

2. Teori

Teoridelen tar for seg tre hovedtemaer. Først presenteres tidligere studier med tema *lærebokanalyse* for å belyse bruken av lærebøker i den norske skolen. Det andre tema tar for seg Fagfornyelsens overordnede del med fokus på kompetansen *kritisk tenkning*. Til slutt presenteres teori om *kognitive prosesser* og hvordan det kan relateres til lærebokoppgaver. Teorien om kognitive prosesser legger grunnlaget for koderammen som presenteres i metoddelen, og anvendes i det empiriske arbeidet med analysen.

2.1. Lærebøker og lærebokoppgaver i den norske skolen

Læreboka i skolen er noe nesten alle i samfunnet er kjent med og har et forhold til. Christiansen (2020) hevder at «lærebøker er Norges mest leste litteratur, uten tvil», som betyr at forskning

på temaet lærebøker er viktig for både utdanningen og samfunnet for øvrig. Gjennomgående i flere studier på bruk av læremidler i skolen er bekreftelsen på lærebokas betydelige rolle i utdanningen (Andersson-Bakken et al., 2020; Gilje et al., 2016; Skjelbred, 2003; Skjelbred et al., 2005). I denne delen av oppgaven ønsker jeg å ta for meg litteratur som belyser hvilke hensikter analyse av lærebøker kan ha og hvorfor det er viktig.

I et forskningsoppdrag utlyst av Utdanningsdirektoratet gjennomførte Gilje et al. (2016) en studie på hvilke læringsmidler som velges i skolen, og hvordan de ble brukt av lærere og elever i undervisning. Ett av hovedfunnene i Gilje et al. (2016) viste at den papirbaserte læreboka er det læremiddelet som flest lærere oppga at var i bruk i sist time (s. 71). Ett annet hovedfunn var den papirbaserte lærebokas funksjon som et strukturerende element i undervisningsøktene og hvordan den danner utgangspunktet for en rekke undervisningsaktiviteter. Videre viser studien at i helklasseundervisning bruker lærerne i stor grad egenproduserte læremidler (PowerPoint osv.), for å forenkle og/eller tilpasse kunnskapsinnholdet til klassen. De egenproduserte læremidlene er ofte strukturert med hensyn til papirutgaven av læreboka.

I et større prosjekt gjennomført av Skjelbred (2003) finner vi beslektede resultater om bruken av lærebøker. I en undersøkelse med norsklærere på videregående skole svarte 75% av lærerne at de alltid bruker læreverk og 22% svarte ofte (Bueie, sitert i Skjelbred, 2003, s. 54). Skjelbred (2003, s. 54) påpeker at undersøkelsen ikke vektlegger hva «læreverk» betyr, og oppfølgingsintervjuer bekreftet at dette ble tolket forskjellig. Videre skriver Skjelbred (2003, s. 54) at det uansett kan trekkes en konklusjon om at læreboka spiller en sentral rolle i undervisningen da 75% svarte «Ja, alltid» på spørsmålet: «Bruker du læreverk i din undervisning?». I en annen studie samarbeidet Skjelbred et al. (2005) med studenter fra åtte forskjellige lærerutdanningsinstitusjoner fordelt over hele Norge. 64 studenter ble sendt rundt til forskjellige skoler for å observere lærebokbruken i den norske skolen. Studentobservasjonene dokumenterte lærebokas sentrale rolle i skolen, noe Skjelbred et al. (2005) forklarer som «for så vidt ikke overraskende og stemmer godt med annen forskning, både nasjonalt og internasjonalt» (s. 73).

Gjennomgående i de tre studiene er lærebokens dominerende rolle i den norske skolen. Både Skjelbred (2003), Skjelbred et al. (2005) og Gilje et al. (2016) bekrefter mine egne erfaringer rundt bruken av lærebøker, som i stor grad er grunnen til valgt tema og forskningsspørsmål. Jeg ønsker å peke på funnene i de tre studiene for å belyse hvilken hensikt analyse av lærebøker kan ha. Lærebøker blir brukt i store deler av undervisningen, både innholdsmessig og

strukturelt. Dersom lærebøkene legger et grunnlag for undervisning og undervisning legger et grunnlag for læring, vil en logisk konsekvens være at også lærebøkene har en sentral betydning for hvordan og hva som læres i den norske skolen. En slik påstand vil være med å stryke nødvendigheten for kvalitetssikring og vurdering av lærebøker. Det er stor grad av konsensus i den fagdidaktiske litteraturen omhandlende omfanget av bruken av lærebøker. Dernest er det ikke sagt at alle er enige i om denne trenden er positiv eller negativ. Økt bruk av elektroniske tavler og ulike digitale ressurser vil kunne prege fremtidens valg av læringsmidler, og kanskje også utfordre den tradisjonelle lærebokas stilling i skolen? Det blir spennende å følge utviklingen i bruken av lærebøker videre gjennom integrasjonsprosessen av Fagfornyelsen for å se om trenden endres i tråd med noe av det de nye læreplanene fremmer: mindre lærebokstyrt undervisning.

I en studie som tok for seg lærebokoppgaver i norske naturfagsbøker på Vg1 studieforberedende (LK06), belyses fordelingen av åpne og lukkede oppgaver (Andersson-Bakken et al., 2020). Målet med studien var å undersøke lærebokoppgavene i de norske naturfagsbøkene og hvilke naturvitenskaplige synspunkter som formidles til elevene via oppgavesettene. I studien ble det gjennomført en kvalitativ innholdsanalyse av 2927 oppgaver fra tre Vg1 naturfagsbøker. Resultatene i studien viser at de fleste oppgavene er lukket og ber elevene reprodusere og gjengi fakta fra læreboka eller andre kilder til informasjon. Andersson-Bakken et al. (2020) vektlegger og dokumenterer viktigheten av lærebøker i naturfagsutdanningen ved å peke på forskning om hvordan læreboken blir brukt som et utgangspunkt for undervisning, elevdiskusjoner, elevaktiviteter og lekser (Chiappetta & Fillman, 2007; Kahveci, 2010; Davey, 1988 sitert i Andersson-Bakken et al., 2020, s. 1320), noe som stemmer godt overens med forskningen til Skjelbred (2003), Skjelbred et al. (2005) og Gilje et al. (2016).

Andersson-Bakken et al. (2020) legger også vekt på det faktum at oppgavene i lærebøkene er motstandsdyktige ovenfor forandring, selv om både nasjonale læreplaner og syn på læring endres; «Research on textbook tasks has shown that, over time, a school subject may develop a specific task culture; that is, a system of norms for how to formulate, use and solve tasks» (s. 1321). Skolens generelle motstandsdyktighet ovenfor forandring, har det vært forsket på. Nye læreplaner oppfordrer til mindre lærebokstyrt undervisning og endringer i oppgavesettene, samtidig som forskning finner få tegn til praksisendring (Andersson-Bakken et al., 2020; Gilje et al., 2016; Skjelbred, 2003; Skjelbred et al., 2005).

Knain (2003) undersøkte hvilken rolle læreboka i naturfag hadde for elevenes forhold til faget. I studien følger forskeren to elevgrupper, en på yrkesfag og en på studieforberedende, for å få et innblikk i elevenes mening om læreboka. Knain (2003) konkluderer studien med at studieforberedende (SF) elever har et bedre forhold til både faget og læreboka, mens yrkesfagelevne var mer likegyldige og synes læreboka var for teoretisk. Kvalitetsvurderingen av lærebøkene i studien til Knain (2003) gikk blant annet ut på; i hvor stor grad elevene kunne relatere til oppgavene i læreboka. Oppgavens relevans for elevene vil derfor kunne bli brukt som et vurderingskriterium i en lærebokanalyse på oppgavesett.

En studie om lærebokoppgavens kvalitet i naturvitenskaplige temaer viser at det sosiale aspektet er todelt, med hensyn til læring (Andersen, 2020). Forskningen peker på den individuelle og personlige tilnærmingen til faget som helt essensiell for læring. Det er den kognitive aktiveringen som på en side innebærer selvrefleksjon og muligheten til å utvide og utvikle egen kunnskap og erfaring, i tillegg til det å øve inn problemløsningsstrategier, som bidrar til kunnskapsutvikling og læring. På den andre siden forklarer Andersen (2020) at den individuelle delens rolle forsterkes når elevene har mulighet for samspill, samarbeid og kan dele hypoteser, løsningsstrategier og refleksjoner med andre elever (s. 503).

Å bruke sosiokulturell læringsteori som grunnlag for å argumentere frem viktigheten av lærebøker med god kvalitet, er noe både Andersson-Bakken et al. (2020) og Knain (2003) er opptatt av. I studiens teoridel argumenterer Andersson-Bakken et al. (2020), med utgangspunkt i sosiokulturell læringsteori, for at læring ikke skjer i forelesning, men gjennom deltagelse i aktiviteter og som et resultat av sosialisering. Videre argumenterer studien for at lærebokoppgavene kan sees på som et medierende redskap som er med på å veilede elevene i hvordan de kan tenke, handle og resonnerer innenfor naturfag. Knain (2003) bruker også sosiokulturell læringsteori som bakgrunn for sin forståelse av læring, «Kunnskap blir konstruert gjennom samhandling i en fysisk og sosial kontekst hvor kognisjonen er en integrert del av aktiviteten, og aktiviteten er en integrert del av læringen» (Dysthe, 2001 sitert etter Knain, 2003, s. 104). Det kommer ikke like tydelig frem i Knain (2003) at læreboken og lærebokoppgaver kan fungere som et medierende redskap, men det kan argumenteres for dette, gitt en spesifikk kontekst og bruken av sosiokulturell læringsteori.

I boken *Fysikkdidaktikk* forteller Angell et al. (2019) at oppgaveløsning har en fremtredende rolle i fysikkundervisningen i videregående skole. Samtidig stiller boken spørsmål ved den nåværende og historiske forestillingen om at antall gjennomregnede og løste oppgaver har en

gunstig læringseffekt. Angell et al. (2019) belyser viktigheten av å ha et bevisst forhold til hvordan en løser oppgaver, og hva slags problemløsningsstrategier som er gode, og at dette ikke nødvendigvis korrelerer med antallet oppgaver i læreboka. Denne påstanden begrunnes med en studie fra Sør-Korea der forskerne ikke fant noen signifikant sammenheng mellom antall oppgaver elevene løste og deres faglige resultater (Byun og Lee, 2014 sitert av Angell et al., 2019, s. 242). Angell et al. (2019) mener ikke at oppgaver og oppgaveløsning er meningsløst. Tvert imot mener de at oppgaver har en svært viktig rolle i fysikkundervisningen og fysikkfaget generelt, men vektlegger viktigheten av å trene ferdigheter som problemløsning, problemtolkning og øve inn problemløsningsstrategier, og ikke bare fokusere på antall oppgaver løst. Det er for eksempel stor forskjell på å tolke og forstå en oppgave, kontra å spørre læreren hvilken formel som er riktig for deretter å sette inn tall, selv om begge fremgangsmåtene kan føre til riktig svar.

I en lærebokanalyse der målet er en helhetlig kvalitetsvurdering av oppgavesettene i naturfag og fysikk, vil påstandene om likegyldighet av antall oppgaver, med tanke på læringsutbyttet, kunne sees på som en kritikk mot lærebokanalyser som teller antall oppgaver innenfor hver kategori. Det er derfor viktig å reflektere over de viktige poengene Angell et al. (2019) trekker frem og ikke bli for fiksert på antallet oppgaver i læreboka.

En refleksjon rundt Andersson-Bakken et al. (2020) er at studien ikke tar hensyn til eller fanger opp tidsbruken av oppgaveløsning. Dersom hensikten ved forskningen hadde vært å måle læringsutbyttet av oppgavene, uten å måle hvor mye tid som blir brukt på åpne og lukkede oppgaver, er en opptelling av antallet lite hensiktsmessig for seg selv. Det kan tenkes at en åpen oppgave for eksempel tar 10 minutter, mens en lukket tar 30 sekunder. Da vil eleven i teorien kunne løse 20 lukkede oppgaver på tiden det ville tatt å løse én åpen oppgave. Tidsbruken og hvordan oppgavene blir løst (problemløsningsstrategier), i motsetning til antallet, er nettopp det Angell et al. (2019) trekker frem som avgjørende for læring. Dette er et viktig poeng og diskuteres videre, sett i sammenheng med analyseresultatene i diskusjonsdelen.

Både Knain (2003) og Sjøberg (2009) kritiserer lærebøkene for graden av virkelighetsnære oppgaver med hensyn til elevenes bakgrunn, erfaringer og forutsetninger. Knain (2003, s. 112) peker spesielt på energikapittelet i naturfag for yrkesfag på Vg1 forteller at elevens «likegyldighet» til faget stammer fra de irrelevante og virkelighetsfjerne fremstillingene og oppgavene i læreboka. Videre beskriver Knain (2003) at dette har sammenheng med den tekstkulturen boka er en del av. Med det mener han at yrkesfagboka kun er et utdrag av 5-

timeslæreboka for studieforbereidende og ikke spesielt utarbeidet for verken yrkesfag generelt eller de spesifikke retningene yrkesfagene tilbyr. Der Knain (2003) er nede på klasseromsnivå har Sjøberg (2009) belyst tilsvarende utfordringer i et mer helhetlig bilde av oppgavekulturen, på nasjonalt og internasjonalt nivå. Sjøberg (2009) stiller seg svært kritisk til standardiserte oppgaver og testing, f.eks. PISA. Standardiserte oppgaver består av oppgavesett bestemt ved en internasjonal konsensus og utviklet for å være like konkrete, aktuelle og virkelighetsnære for 15-åringene i f.eks. Korea, Mexico, USA og Norge (s. 174). Sjøberg (2009) hevder at slike oppgaver må være fullstendig blottet for enhver tilknytning til de enkelte landenes natur, kultur, politikk og samfunnsdebatt. Et slikt fravær av virkelighetsnære og erfaringsbaserte elementer er nettopp det Knain (2003) viser til som hovedgrunnen til misnøye og dårlige relasjoner til lærebøkene i naturfag, spesielt med hensyn på fysikk-kompetanser (energikapittelet).

Chinn og Malhotra (2002) forsket på, som en del av en større studie, hvordan utforskende oppgaver i naturvitenskapelige lærebøker relaterer til ekte laboratoriearbeid og faktisk forskningsarbeid. Studien konkluderer med at lærebokoppgavene i liten grad fanger opp de kognitive prosessene i autentisk vitenskap og forskning (Chinn & Malhotra, 2002, s. 205). Det vektlegges videre at elevene ikke blir utsatt for motstridende data eller presenteres med problemer som ikke går opp. Det legges ikke opp til alternative tolkninger av dataen eleven genererer, og alle oppgavene har en perfekt løsning. Chinn og Malhotra (2002) konkluderer med at lærebokoppgaver i stor grad legger til rette for kognitive prosesser av lav kompleksitet.

Summen av dette forklarer at lærebøkene er en viktig del av skolehverdagen i den norske skolen. Det er derfor viktig å gjøre studier av lærebøker og lærebokoppgaver, da dette er et av de mest brukte hjelpemidlene i undervisningen. Lærebøkene har potensialet til å være et godt hjelpemiddel til læring, men kan også skape fortvilelse hos elevene om kvaliteten ikke er god nok.

2.2. Fagfornyelsen – kritisk tenkning

Det første punktet i Fagfornyelsens overordnede del – **verdier og prinsipper for grunnopplæringen**, handler om verdiene skolen og opplæringa skal fremme i sin praksis. I formålsparagrafen, § 1-1. *Formålet med opplæringa*, i opplæringsloven lyder det blant annet at; «elevene skal lære å tenke kritisk og handle etisk» (§ 1-1 i Opplæringslova, 1998). Denne

delen av masteroppgaven tar for seg kompetansen *kritisk tenkning* og de ulike betydningene av begrepet.

I Fagfornyelsens overordnede del, punkt 1.3, finner vi begrepet og kompetansen, *kritisk tenkning*. Kritisk tenkning er historisk sett grunnsteinen i vitenskapsfilosofi og vitenskapelig metode. I nyere tid er det et mye brukt begrep i sammenheng med kompetanser innenfor utdanning, bærekraftig utvikling og et viktig begrep med tanke på den økende informasjonstilgangen i verden. Kritisk tenkning har ikke en spesifikk definisjon, men det er en generell konsensus om at begrepet handler om evnen til å være kritisk, utforskende, vurderende og reflekterende. Bailin (2002) forklarer at det er flere definisjoner og hevder at det mangler en sammenhengende og god beskrivelse av konseptet *kritisk tenking*. Videre kan Bailin (2002) vise til en sammenfatning av litteraturen på kritisk tenkning der kompetansen ofte trekkes frem i form av mentale prosesser eller gjennomføring av prosedyrer som kan trenes, ofte kalt kognitive ferdigheter. Eksempler på dette er spørsmålsformuleringer, kildekritikk, problemløsning og tolkninger. Bailin (2002) stiller seg kritisk til denne oppfatningen, da den antar at hver problemstilling hører sammen med en mental prosess og de prosessene i utgangspunktet kan gjennomføres ukritisk og derfor ikke sikre at kritisk tenkning foregår. Hun mener kritisk tenking alltid vil skje i respons til en spesifikk oppgave, spørsmål eller problemstilling, dersom den grunnleggende kunnskapen er på plass i den spesifikke konteksten. Den viktigste ressursen er derfor kunnskap om tema og situasjonen.

Kritisk og vitenskapelig tenkning i læreplanen (LK20) er definert som:

... å bruke fornuften på en undersøkende og systematisk måte i møte med konkrete praktiske utfordringer, fenomener, ytringer og kunnskapsformer. Opplæringen skal skape en forståelse av at metodene for å undersøke virkeligheten må tilpasses det vi ønsker å studere, og at valg av metode påvirker det vi ser. (Utdanningsdirektoratet, 2020b)

Læreplanen legger i tillegg vekt på at etablerte forestillinger må granskes og kritiseres med teorier, metoder, argumenter, erfaringer og bevis, for at nye ideer skal ha sjans til å skapes og påvirke verden. Videre presiseres det at elevene skal forstå at egne erfaringer ikke alltid er hele sannheten og at overbevisninger og personlige prinsipper kan være ufullstendig eller feilaktig. Fagfornyelsen, i tråd med Bailins oppfatning av *kritisk tenking*, trekker kunnskap frem som en

forutsetning for kritisk refleksjon. Skolen må forholde seg til læreplaner, og lærebokforfatterne vil derfor kunne antas å gjøre det samme. Jeg har valgt å trekke frem ulike definisjoner av kritisk tenking, for å vise at kompetansen kan ha ulike dimensjoner ut ifra kontekst og situasjon.

I UBU-litteraturen (utdanning for bærekraftig utvikling) kan vi finne UNESCOs beskrivelse av kompetansen *kritisk tenking*: «the ability to question norms, practices and opinions; to reflect on own one's values, perceptions and actions; and to take a position in the sustainability discourse» (UNESCO, 2017, s. 10). Denne definisjonen har store likheter med Utdanningsdirektoratets beskrivelse av *kritisk tenking*, men læreplanen vektlegger vitenskapelig metode, der UNESCO noe mer ensidig fokuserer på bærekraft. Evnen til å kritisere normer, praksiser og meninger, samt å reflektere over egne oppfatninger er nevnt i begge beskrivelsene.

En annen innfallsvinkel for hvordan begrepet *kritisk tenking* forklares handler om hvordan vi som samfunn, i den informasjonsalderen vi lever i, kan og bør forholde oss til den uendelige informasjonsstrømmen alle til enhver tid har tilgang til. Internett, via mobilen i lomma, den bærbare PC-en eller iPaden, er en konstant kilde til nyheter, forskning, blogger, tv og reklame. Hva er sant? Hva er ekte? Hvilken forskning skal en tro på? I løpet av det siste tiåret har begrepet «Fake News» fått en helt ny mening på global skala. Sinnes (2015) hevder at *kritisk tenking* er viktig som en grunnleggende ferdighet, nettopp for å navigere i et hav av informasjon. Hun stiller spørsmål som: «Hvordan tar man stilling til problemstillinger der selv vitenskapsfolk er uenige?» og «Hvordan vurdere man validiteten av forskningsresultater og annen informasjon?» (Sinnes, 2015, s. 41). Målet med opplæringa må derfor være å legge til rette for at elvene skal kunne møte en verden med «Fake News». Eksemplene er mange, som at et politisk narrativ fremstilles som «sant», mens faktiske sannheter undergraves av dyktige lobbyister. Der forskning på et produkt sponses av det samme firma som ønsker å selge det. Eller det at influensere påvirker gjennom et utall av kanaler. I en slik verden skal barn og unge stille spørsmål, være kritiske, reflektere og ta fornuftige valg. Taimur og Sattar (2019) kan i likhet med Sinnes fortelle at kritisk tenkning som kompetanse er viktigere enn noen gang, med utgangspunkt i informasjonsflyten i et teknologibasert samfunn preget av «høy hastighet og dårlig hukommelse».

In the current digital age of fast-paced information transmission via technology, critical thinking is a vital skill for future success. The essential need for nurturing critical

thinking is an area of consensus among the key stakeholders – academia, policy makers, and business leaders. (Taimur & Sattar, 2019, s. 2).

Taimur og Sattar (2019) hevder at kritisk tenkning som kompetanse er viktig for fremtiden, både for utdanningen, politikken og næringslivet. De trekker frem Blooms taksonomi, se Figur 1, og forteller at kritisk tenkning krever at elevene kan analysere, syntetisere og vurdere, noe som forutsetter komplekse kognitive prosesser.

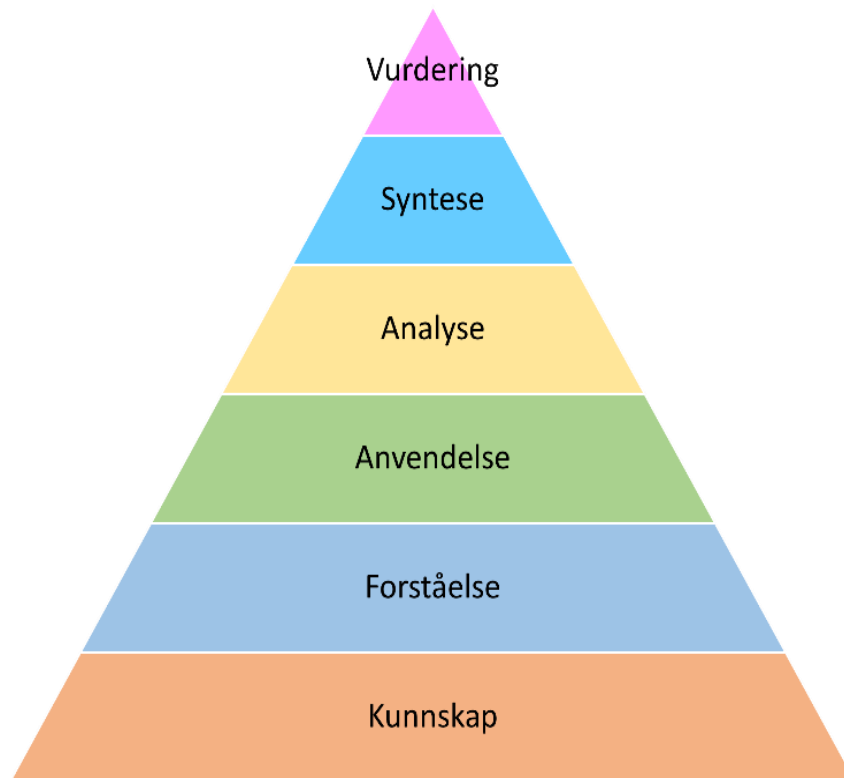
Granum, Opsahl og Solvoll (2012) peker på kreativitet, nysgjerrighet og selvtillit som viktig for å kunne tenke kritisk. Videre hevder de at: «Kreativ tenkning er en kombinasjon av kunnskap og fantasi som hjelper til å forstå forfeilete løsninger, og sikre nødvendig dyktighet for å være en effektiv kritisk tenker» (Granum et al., 2012, s. 81). Læreplanen nevner ikke kreativ tenkning eksplisitt i forbindelse med kritisk tenkning, men det er likevel viktig å nevne. Taimur og Sattar (2019) trekker linjer mellom kritisk tenkning og komplekse kognitive prosesser, der kreativitet og nysgjerrighet er assosiert.

Neste delkapittel tar for seg teori om *kognitive prosesser* og utforsker hvilke mentale ferdigheter som ligger i dette begrepet.

2.3. Kognitive prosesser og lærebokoppgaver

I denne delen av masteroppgaven utforskes det nærmere hvilke typer kognitive prosesser som kan være relevant for en lærebokanalyse med fokus på oppgaver. Teorien som presenteres i dette delkapittelet danner grunnlaget for den endelige koderammen og analysen.

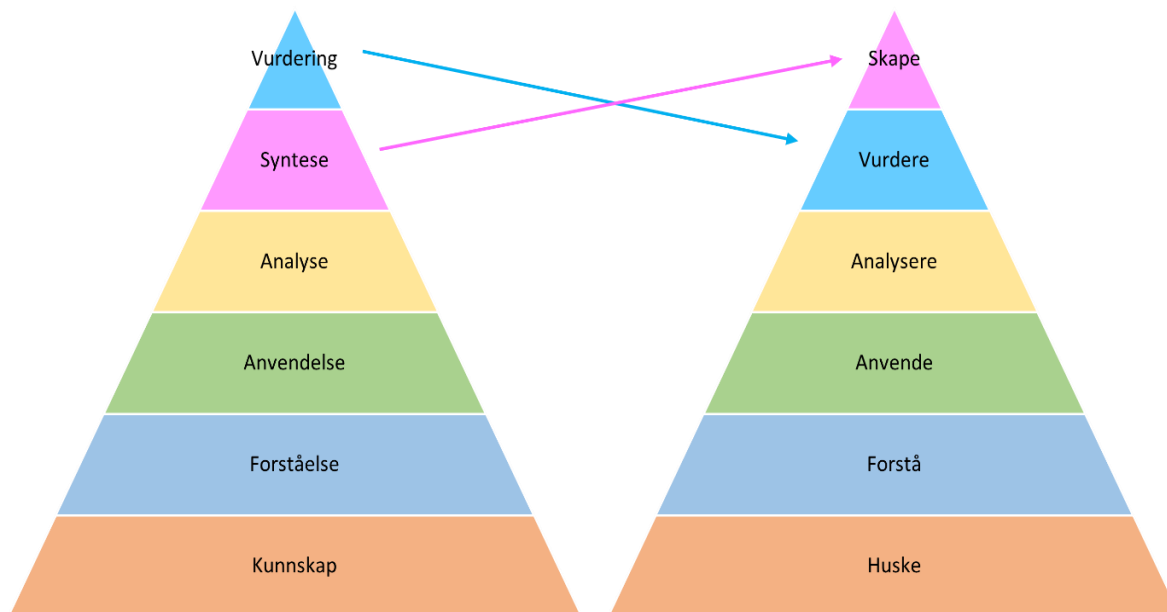
Det finnes flere ulike typer oppgaver som brukes i lærebøkene og i skolen. Oppgavene spenner fra korte og konkrete reproduserende oppgaver til sammensatte problemer som krever begrepsforståelse, kunnskap, handlingsevne, vurdering og kreativitet. Angell et al. (2019) mener det er hensiktsmessig å være bevisst på at oppgaver kan ha ulike dimensjoner. Den mest kjente klassifiseringen, *Blooms taksonomi*, deler oppgavene inn i seks kognitive områder, etter den hierarkiske ordningen fra enkel til kompleks: *kunnskap* (gjengi og beskrive); *forståelse* (kunne sammenfatte, forklare og tolke); *anvendelse* (kunne bruke ny kunnskap i nye situasjoner); *analyse* (kunne se sammenhenger); *syntese* (generalisere, trekke egne slutninger); og *vurdering* (kunne bedømme fra evidens og ulike kriterier) (sitert av Bloom, Englehart, Furst, Hill & Krathwohl, 1956 i Angell et al., 2019, s. 245), se Figur 1.



Figur 1: Blooms taksonomi, hierarkisks sortert fra kunnskap til vurdering.

I nyere tid, rundt 50 år seinere, har Anderson og Krathwohl et al. (2001) formulert og konstruert en revidert versjon av Blooms taksonomi (Figur 2). Krathwohl var en av de fem opprinnelige forskeren som i 1956 publiserte Blooms taksonomi. Hovedforskjellen mellom Blooms taksonomi og Krathwohls taksonomi er at substantivene som navngir Blooms kategorier er gjort om til verb (Figur 2). Krathwohl (2002) forklarer at bytte fra substantiv til verb henger sammen med læreren og skolens typiske språk og ordbruk. Han argumenterer for at det er mer vanlig for lærere å beskrive elevens kompetanser og problemløsningsevner i verbform. Dette er også typisk for læreplanene i Norge, eksempelvis kompetansemålet i naturfag Vg1 SF: «eleven skal kunne utforske og beskrive elektromagnetisk og ioniserende stråling, og vurdere informasjon om stråling og helseeffekter av ulike strålingstyper» (Utdanningsdirektoratet, 2020a). I dette kompetansemålet skal eleven *utforske*, *beskrive* og *vurdere*. Målene for opplæringen er gitt i verbform.

Vist i Figur 2, blir alle kategoriene i Blooms originale taksonomi omgjort til verbform og definert som *kognitive prosesser* (Anderson et al., 2001; Krathwohl, 2002; Wilson, 2016). Kognitive prosesser i denne sammenhengen er sterkt tilknyttet hvordan eleven må gå frem for å løse oppgaven. Hva må eleven gjøre for å løse oppgaven? Hva ber oppgaven eleven gjøre?



Figur 2: Forskjellen mellom Blooms taksonomi (venstre) og Krathwohls taksonomi (høyre). Substantiv er omgjort til verb og de to øverste nivåene har byttet plass *Syntese* bytter navn til *Skape*.

I Figur 2 ser vi at Kunnskap blir **Huske**, Forståelse blir **Forstå**, Anvendelse blir **Anvende**, Analyse blir **Analysere**, Syntese blir **Skape** og bytter plass med Vurdering som blir **Vurdere**.

Krathwohl (2002) kritiserer sin egen taksonomi og forteller at første nivå, *Kunnskap* (fra Blooms taksonomi), er mye mer enn å bare *Huske*. Han har derfor laget en egen inndeling for kunnskap som fanger opp mer enn «å huske» samtidig som den gi en ny dimensjon til taksonomien som en helhet. Krathwohl utvider Blooms taksonomi til to taksonomiske dimensjoner: *kognitive prosesser* og *kunnskap*. Kunnskapsdimensjonen går på tvers av de kognitive prosessene og til sammen danner de et kryssdiagram som kan forklare hvilken type kunnskap som brukes innenfor hver enkel kognitiv prosess.

Kunnskapsdimensjonen inneholder *faktuell kunnskap*, *konseptuell kunnskap*, *følge-en-oppskrift kunnskap* og *metakognitiv kunnskap*. Krathwohl forklarer faktisk kunnskap som «de grunnleggende elementene en elev må kunne for å bli kjent med faget eller løse problemer» (Krathwohl, 2002, s. 214). Konseptuell kunnskap forklares som «forholdet mellom de grunnleggende elementene i en større struktur som gjør at de kan fungere sammen» (Krathwohl, 2002, s. 214). Følge-en-oppskrift kunnskap handler om «hvordan å gjøre noe; metoder for undersøkelse, og kriterier for bruk av ferdigheter, algoritmer, teknikker og metoder» (Krathwohl, 2002, s. 214), mens metakognitiv kunnskap handler om elevenes

selvinnsikt og selvbevissthet om egen kunnskap og kunnskap generelt (Krathwohl, 2002, s. 214).

Den første kategorien i Blooms taksonomi (kunnskap) legger grunnlaget for hele Krathwohls kunnskapsdimensjon, mens de fem øvrige legger grunnlaget for de kognitive prosessene (Wilson, 2016). Videre i denne masteroppgaven vil *Krathwohls taksonomi* henviser til den hierarkiske inndelingen for kognitive prosesser (Figur 2, høyre side).

I likhet med Blooms taksonomi har Krathwohls taksonomi en hierarkisk oppbygning der hver kognitiv prosess er mer kompleks fra bunn til topp. Som kognitiv prosess er *Huske* mindre kompleks enn *Forstå*, *Anvende* er mindre kompleks enn *Analysere*, og så videre, med *Skape* som den mest komplekse kognitive prosessen. Krathwohls taksonomi er likevel noe løsere i hierarkiet enn Blooms da det i større grad er designet med hensyn for bruk av lærere, som et verktøy for vurdering av læringsutbytte, med mulighet for overlappende kompleksitet mellom nivåene. Krathwohl (2002) forklarer dette ved å peke på den mest komplekse kognitive prosessen i hovedkategorien forstå, *forklare*, og den minst komplekse i hovedkategorien anvende, *utføre*. Han forteller at den kognitive prosessen *forklare* ofte er mer kompleks enn å *utføre*, men at midtpunktet i hver hovedkategori alltid følger den hierarkiske ordningen.

Krathwohls første kategori, *Huske*, handler om elevens evne til å gjengi informasjon, uten nødvendigvis å forstå eller ha noen annet forhold til innholdet. I lærebøkene finner vi dette igjen i oppgaver som ber elevene gjengi fakta uten å utdype eller gjøre noe mer med informasjon, ofte kalt *memoreringsoppgaver* eller *reproduserende oppgaver*.

Memoreringsoppgaver går ut på å gjengi regler, definisjoner og fremgangsmåter uten kobling til kontekst eller et større bilde (Anderson et al., 2001; Glasnovic Gracin, 2018). Videre forklarer Glasnovic Gracin (2018) at memoreringsoppgaver kan kategoriseres som «low-level tasks», fra et kognitivt perspektiv. Han mener oppgaver kan inndeles fra lavt til høyt nivå, basert på hvilken type tenkning og problemløsningsstrategi som kreves for å løse problemet, noe som samsvarer godt med Krathwohls reviderte versjon av Blooms taksonomi. Memorering krever ingen konseptuell forståelse og kategoriseres som lavt nivå, mens oppgaver som krever konseptuell forståelse, tolkning, fleksibel anvendelse av kunnskap og ferdigheter, og samling av informasjon fra flere forskjellige kilder for å utføre arbeid, kategoriseres i høyere kognitive nivåer (Glasnovic Gracin, 2018). Denne måten å kategoriserer oppgavene på samsvarer godt med Krathwohls taksonomi, der memoreringsoppgaver oppgaver havner i den laveste kognitive hovedkategorien, nivå 1 (*Huske*). *Huske*, i Krathwohls taksonomi, beskrives av

oppgaver som kun ber eleven gjengi kunnskapen slik den står i boka eller forklart av læreren, altså reprodusere kunnskapen akkurat slik den er lært bort.

Et annet begrep i samme kategori som memoreringsoppgaver er *reproduserende oppgaver*. Reproduserende oppgaver er av typen som ber eleven huske, gjengi eller reprodusere etablert kunnskap. Etablert kunnskap regnes som kunnskap med stor grad av vitenskapelig konsensus og enighet. Typisk for slike oppgaver er å gjengi vitenskapelige definisjoner, og har ofte formen; «hva er måleenheten til frekvensen?» eller «hva kaller vi energipakkene som frakter energi i EM-stråling?» (Senit SF av Svendsen et al., 2020, s. 200). Slike oppgaver kommer gjerne som kontrollspørsmål gjennom kapittelet, eller tidlig i oppgavesettene i form av korte og konkrete spørsmål. Andersson-Bakken et al. (2020, s. 1327) forteller at reproduserende oppgaver er viktig for å trene et vitenskapelig språk og begrepsforståelse hos elevene. Lærebokoppgavene i denne kategorien hører til i Krathwohls første hovedkategori, *Huske*. Angell et al. (2019) (med utgangspunkt i Blooms taksonomi) forklarer at:

Det første kognitive området handler om å ha kjennskap til grunnleggende begreper, symboler, enheter, lover og prosesser i fysikk. Det handler også om å kunne bruke et vitenskapelig språk og kunne beskrive og vise forståelse for fysiske sammenhenger. (Angell et al., 2019, s. 245).

Denne påstanden, med utgangspunkt kognitiv læringsteori, samsvarer med de sosiokulturelle tankene Vygotsky la i språket som en viktig del av læringsprosessen. Skal eleven utvikle en bred og sammensatt forståelse av naturfaglige temaer, må eleven lære å bruke et vitenskapelig språk, noe som reproduserende oppgaver kan legge til rette for. På den andre siden kan slike oppgaver løses ved å skrive rett av svaret fra læreboka eller informasjon på internett, uten at eleven sitter igjen med kunnskap. Eleven kan besvare reproduserende oppgaver helt uten å forstå konseptet eller ha kunnskap om temaet. Et eksempel på dette kan være at eleven kopierer første setning etter et wikipedia-søk, helt uten kildekritikk, eller skriver av definisjonen fra læreboka, uten å lese hva som faktisk står der, og kan derfor ikke reprodusere svaret ved en senere anledning. Eleven kan vise den kognitive prosessen å *huske*, uten å nødvendigvis forstå, noe som samsvarer med det laveste nivået i Krathwohls taksonomi.

Det andre nivået i Krathwohls taksonomi er *Forstå*. Forstå er den største kognitive prosessen og beskrives med seks underkategorier (verb); å tolke; å eksemplifisere; å klassifisere; å oppsummere; å utlede; å sammenligne; og å forklare (Anderson et al., 2001; Krathwohl, 2002).

Underkategorien, å *tolke*, handler om evnen til å få informasjon presentert på én måte og oversette det til noe annet. Eksempelvis i naturfaget kan eleven få presentert en tekstoppgave som må tolkens og oversettes til tall, som igjen kan brukes i utregninger for å finne et svar. *Eksemplifisering* skjer når eleven blir bedt om å gi et spesifikt eksempel av et generelt konsept eller prinsipp. *Klassifisere* handler om elevens evne til å kjenne igjen et mønster og plassere noe i en kategori. Klassifisere er komplementært med å eksemplifisere, der den øvrige begynner med et spesifikt eksempel som skal plasseres i en kategori (generelt konsept eller prinsipp), mens å eksemplifisere er å finne et spesifikt eksempel fra et generelt konsept eller prinsipp. Den neste underkategorien, å *oppsummere*, beskriver situasjoner der elevene må konstruere et sammendrag. Det vil si oppgaver der målet er å ta for seg et tema, et datasett eller en større mengde informasjon og representere dette på en kort måte, som fortsatt ivaretar de viktigste poengene. Verbet, å *utlede*, i Krathwohls taksonomi handler om å gjenkjenne et mønster i en serie med eksempler eller hendelser. I matematikk og fysikk er et typisk eksempel på dette tallrekker. Elevene får en rekke, f.eks. 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, for så å bli gitt oppgaven med å ekstrapolere, altså finne de neste tallene, basert på et mønster i forholdene mellom de gitte tallene. I naturfag kan eleven bli gitt en situasjon, f.eks. en vedovn som varmer opp en hytte, der oppgaver er å sette opp en energikjede. *Sammenligning* innebærer å oppdage likheter og forskjeller mellom to eller flere objekter, fenomener, problemer eller situasjoner, for eksempel oppgaver der eleven må sammenligne EM-bølger med forskjellige bølgelengder og si noe om de forskjellige egenskapene til disse. Den siste underkategorien er beskrevet med verbet, å *forklare*. Å forklare er beskrevet som elevenes evne til å gjengi informasjon med egne ord, og evnen til å konstruere eller bruke årsak-og-effekt modeller. I lærebokoppgavene finner vi oppgaver som ber elevene forklare et fenomen, f.eks. «forklar hvorfor mekaniske bølger trenger et medium for å kunne forplante seg» (Heskestad et al., 2020). For å svare på dette spørsmålet må eleven utnytte definisjonen på mekaniske bølger og formulere en forklaring basert på kunnskap og forståelse, som er noe mer enn å gjengi en definisjon (første kognitive nivå, å huske). Årsak-og-effekt modeller handler om elevens forståelse og teoretiske anvendelse av prinsipper og konsepter. Her kan en oppgave være å forklare hvordan forskjellige temperaturer er med på å påvirke vær, vind, stormer og lynnedslag. For å svare på dette må eleven sette sammen kunnskap fra flere tema og fenomener for å formulere en forklaring (Anderson et al., 2001; Krathwohl, 2002; Wilson, 2016).

Det tredje nivået i Krathwohls taksonomi er *Anvende*. Anvende er en kognitiv prosess som beskrives ved å; gjennomføre eller bruke en prosedyre i en gitt situasjon (Anderson et al., 2001;

Krathwohl, 2002; Wilson, 2016). I Krathwohls taksonomi er det to måter eleven kan vise denne kognitive prosessen, enten ved å *utføre*, eller ved å *implementere*. Forskjellen handler om i hvilken grad prosedyren eller fremgangsmåten er kjent eller ukjent. I oppgaver der elevene skal *utføre* er prosedyren kjent, typisk for matematikkoppgaver som trener algoritmiske ferdigheter. Et eksempel på dette er når eleven skal gjøre den «femtiende» oppgaven for å løse en annengradslikning med ABC-formel. Eleven kan formelen og prosedyren utenat og trenger derfor bare *utføre*. I naturfagene er dette typisk for enkle forsøk der eleven følger en kokebokoppskrift for å gjennomføre oppgaven. Den andre måten, *implementere*, skjer når elevene ikke har kjennskap til prosedyren. Dette kan både være oppgaver eller enkle forsøk der elevene må løse oppgaven uten at fremgangsmåten er gitt på forhånd (Anderson et al., 2001; Krathwohl, 2002; Wilson, 2016).

Det fjerde nivået i Krathwohls taksonomi er *Analysere*. Analysere er en kognitiv prosess som beskrives ved å: bryte materialet inn i dets bestanddeler og undersøke hvordan delene forholder seg til hverandre og til en overordnet struktur eller et formål (Anderson et al., 2001; Krathwohl, 2002; Wilson, 2016). Analysere som kognitiv prosess legges til rette for gjennom oppgaver der elevene må bryte ned et større system til sine bestanddeler, for å se hvordan mindre prosesser påvirker helheten. I naturfag og matematikk kan det f.eks. være å se hvordan to variabler forholder seg til hverandre representert i en graf, også kalt grafanalyse. Krathwohl (2002) bruker begrepene *differensiere*, *organisere* og *attribuere* for å definere verbet å analysere. Differensiering handler om å skille deler av en helhet fra hverandre både i forhold til relevans og viktighet. Organisering skjer ofte i sammenheng med differensiering og handler om å sette sammen deler på riktig måte for å danne en helhet. I naturfagene kan dette være å samle inn data fra et forsøk i et datasett, velge ut hvilke parametere og variabler som er relevante og viktige, og til slutt organisere dette og lage en modell. Det siste begrepet, *attribuere*, handler om å gi eller finne en mening med materialet, dataen eller modellen. For å videreføre eksempelet over vil *attribuere* være å gi en generell mening eller prinsipp ut ifra modellen.

Det femte nivået i Krathwohls taksonomi er *Vurdere*. Vurdere er en kognitiv prosess som beskrives ved å: gjøre vurderinger basert på kriterier og standarder; kontrollere påstander; og kildekritikk (Anderson et al., 2001; Krathwohl, 2002). I denne kategorien må elevene sette seg inn i og dobbeltsjekke med samfunnets og vitenskapens kriterier og standarder for å kunne si noe om gyldighet eller kontrollere påstander. Eleven kan bli satt i en situasjon der en løsning skal vurderes og eller et fenomen skal diskuteres. Elevene kan bli møtt med flere meninger, påstander eller situasjoner om det samme temaet og blir nødt til å gjøre vurderinger på hva som

er riktig eller galt. Diskusjoner mellom elever om en gitt problemstilling eller fenomen er en situasjon der elevene må være kildekritiske og hele tiden vurdere og kontrollere påstandene til motparten.

Det sjette og høyeste nivået i Krathwohls taksonomi er *Skape*. Skape er en kognitiv prosess som beskrives av å; sette sammen elementer for å danne en helhet, sammenheng eller lage et originalt produkt; generere; planlegge; eller produsere (Anderson et al., 2001; Krathwohl, 2002). Skape er oversatt fra det engelske ordet **Create**, og er mer beskrivende for den kognitive prosessen enn for eksempel verbene, *å lage*, *å opprette* eller *å frembringe*. Store Norske Leksikon knytter verbet, å skape, tett opp mot kreativitet og forklarer at skapende tenkning handler om forsøket på å oppdage nye sammenhenger, oppnå nye løsninger på problemer og å oppdage nye metoder eller fremgangsmåter. Evnen til å finne gode spørsmål som utgangspunkt for gode svar, eller hypoteseformulering og problemløsning står sentralt (Svartdal, 2019). Den kognitive prosessen *Skape*, i Krathwohls taksonomi, innebærer å sette sammen elementer for å danne en sammenhengende eller funksjonell helhet. Elementene må omstruktureres til et mønster eller en struktur som tidligere ikke var til stede, gjennom prosessene generere, planlegge, eller produsere. Den kognitive prosessen bygger generelt sett på elevens tidligere læringserfaringer og kunnskap (Anderson et al., 2001; Krathwohl, 2002; Wilson, 2016). Kreativ tenkning er som nevnt tidligere sentralt i denne kognitive prosessen, samtidig presiserer Krathwohl at fullstendig frihet i den kreative tankeprosessen fort kan føre til avsporing fra tema. Han forklarte at den kreative tenkningen må ha rammer og må avgrenses innenfor det aktuelle temaet oppgaven eller situasjonen krever. I lærebøkene finner vi oppgaver som legger til rette for den mest komplekse kognitive prosessen i form av utfordringer der eleven skal lage hypoteser, planlegge forsøk og utforskninger, lage originale produkter eller forbedre presentasjoner for klassen og medelever.

3. Metode

I dette kapitlet beskrives metoden og fremgangsmåten for hvordan lærebøkene analyseres. Jeg vil undersøke lærebokoppgavene, for å finne ut hvilke kognitive prosesser det legges til rette for at elevene skal anvend. Det blir spesielt lagt vekt på hva en kodingsramme er, oppbygningen av kodingsrammen og hvordan den brukes i analysen. Formålet med denne lærebokanalysen er å kartlegge fordelingen av kognitive prosesser i norske naturfagsbøker, med hensyn på fysikkrelaterte lærebokoppgaver. Videre er målet å bruke resultatene av analysen som et utgangspunkt og argumentasjonsgrunnlag i diskusjonen for hvordan lærebokoppgaver legger til rette utviklingen av kompetansen kritisk tenkning.

3.1. Metodeteori

3.1.1. Kvalitativ og kvantitativ metode

En forskningsmetode handler om *hvordan* forskeren ønsker å undersøke noe. *Hvordan* er nøkkelordet denne sammenhengen, og i denne delen av masteroppgaver belyses de to vanligste variantene innenfor akademisk forskning, *kvalitativ-* og *kvantitativ* metode. I vitenskapen, både natur- og samfunnsvitenskapelig forskning, skilles det ofte mellom kvalitativ og kvantitativ forskning. I denne masteroppgaven benyttes en kvalitativ metode. Kvalitativ metode brukes ofte i samfunnsvitenskapelig forskning der målet er å gå i dybden av et tema, fenomen eller situasjon. Kvalitativ metode innebærer å tolke og forstå, framfor å måle, observere og beregne. Kvantitative metoder er ofte brukt i naturvitenskapen for å bekrefte eller avkrefte hypoteser og teorier. De kvantitative metodene handler ofte om å utføre et eksperiment, for så å observere resultatene og sammenligne disse med teorier og hypoteser. Kvantitative metoder gir som regel resultater som kan settes inn i en tabell eller graf. Kvalitative metoder handler om å tolke en situasjon, kontekst, eller objekt. Tolkningen kan for eksempel skje gjennom intervjuer, observasjon eller innholdsanalyser. Tolkning og vurdering er en subjektiv aktivitet, preget av forskerens tolkning av teori og empiri, og kan derfor ikke gi «objektive sannheter», på samme måte som en kvantitativ metode. Denne subjektive påvirkningen utdypes i neste delkapittel.

3.1.2. Kvalitativ innholdsanalyse

Kvalitativ innholdsanalyse (**Qualitative Content Analysis - QCA**) er en metode for å beskrive kvalitative data på en systematisk måte og vil være en naturlig fremgangsmåte for å analysere og beskrive lærebøker og lærebokoppgaver (Andersson-Bakken et al., 2020; Bezemer & Kress, 2010; Christoffersen & Johannessen, 2012; Johannessen, Tuftes & Kristoffersen, 2005; Knain, 2003; Postholm & Jacobsen, 2018; Schreier, 2012; Yin, 2014).

Det er flere kvaliteter ved QCA som skiller metoden fra andre kvalitative forsknings- og analysemetoder. En kvalitet ved QCA som passer mitt formål er egenskapen til å redusere mengden data i et større datasett (Schreier, 2012). Datareduksjon er en gunstig egenskap for lærebokanalyser, da det dreier seg om store dokumenter som fort kan gi en overveldende datamengde. Videre gir QCA muligheten til å velge ut og sette søkelys på deler av datamaterialet, uten å måtte vurdere all data. For analysen i denne masteroppgaven er hele lærebøker redusert til fysikkrelaterte oppgaver. QCA har altså egenskapen til å utelate resterende data, slik at datamengden blir mer håndterbar. Metoden gir forskeren evnen til å tolke kvalitative data på en strukturert måte, for så å presentere funnene både kvantitativt og kvalitativt.

Jeg har valgt en kvalitativ studie av lærebokoppgaver med fokus på hvilke kognitive prosesser de legger til rette for. Resultatene presenteres kvantitativt i Figur 14 og diskuteres med bakgrunn i teori og praksis. QCA er en kvalitativ metode, basert på fortolkning av datamaterialet, som har den egenskapen at resultatene kan fremstilles kvantitativt. Kvantitative data kan brukes til å diskutere trender i datasettet eller samfunnet og gi et induktivt perspektiv på situasjoner og kontekster.

Det skal også presiseres at QCA, på lik linje med andre kvalitative studier, er ikke en objektiv analyse, men er preget av forskerens egen fortolkning av datasettet (Nilssen, 2012; Postholm & Jacobsen, 2018; Schreier, 2012). Forskerens egen tolkning baseres på summen av flere faktorer som gjør deg til deg. Denne analysen vil baseres på mine tolkninger av datasettet, preget av min bakgrunn, egen skolegang, utdanning, arbeidserfaring i skolen og eget bruk av lærebøker som både elev og som lærer. Analysen og diskusjonen vil også preges av faglitteraturen som danner teorigrunnet for denne masteroppgaven, samt min forståelse av kognitive prosesser og kompetansen kritisk tenkning.

Stegene i kvalitativ innholdsanalyse (QCA)

1. Bestemme forskningsspørsmål
2. Velge ut datamateriale
3. Bygge en koderamme
4. Dele datamaterialet inn i enheter som skal kodes
5. Teste koderammen
6. Evaluere og modifisere koderammen
7. Gjennomføre analysen
8. Tolke og presentere funnene fra analysen

Figur 3: Stegene i kvalitativ innholdsanalyse (QCA) (oversatt fra Schreier, 2012, s. 6).

Fremgangsmåten i kvalitativ innholdsanalyse baserer seg på åtte steg, slik vist i Figur 3. Metodeoppsettet i denne masteroppgaven følger den strukturerte prosessen i Figur 3, slik teorien beskriver den.

3.2. Metodeoppsett

I denne delen belyses metodeoppsettet i arbeidet med masteroppgaven, fra bestemmelse av forskningsspørsmål til analyse og resultater. Hvert steg i Figur 3 blir presentert i sammenheng med teori, metodelitteratur og min anvendelse av dette, gjennom det empiriske arbeidet og gjennomføring av analysen. Litteraturen danner grunnlaget for mine valg og hensikten med denne delen av masteroppgaven er å legge frem en transparent, strukturert og helhetlig beskrivelse av forskningsprosessen.

3.2.1. Bestemmelse av forskningsspørsmål og valg datamaterialet

Det første og andre steget (Figur 3) hører i stor grad sammen, da forskningsspørsmålet ofte formes av datamaterialet og datamateriale ofte velges ut på bakgrunn av forskningsspørsmålet. I denne masteroppgaven ble det formulert et metodespørsmål, et analysespørsmål, og et forskningsspørsmål. Metodespørsmålet besvares i metoddelen og handler om hvordan forskning på lærebøker kan gjøres, hvilken form forskningen kan ta, og hva som kan være interessant å utforske. Analysespørsmålet besvares med kvantitative data fra resultatene i analysen, mens forskningsspørsmålet diskuteres i diskusjonsdelen.

3.2.1.1. Bestemmelse av metode-, forsknings- og analysespørsmål

Metodespørsmål:

«Hvordan forske på lærebøker?»

Metodevalget henger sammen med forskningskulturen og tradisjonen i lærebokforskning, som ofte bruker kvalitativ innholdsanalyse som forskningsmetode. Lignende studier som Andersson-Bakken et al. (2020) og Knain (2003) benytter også en form for kvalitativ innholdsanalyse i sin forskning. QCA er en svært fleksibel forskningsmetode, som gir forskeren stor frihet. QCA handler om å tolke, beskrive og systematisere data. Formålet med analysen i denne masteroppgaven er å tolke og beskrive lærebokoppgavene gjennom en koderamme for kognitive prosesser. Jeg ønsket å se på deler av et større datasett (fysikkoppgavene i læreboka), og QCA er en god måte å trekke ut, beskrive og systematisere relevante data og resultater på. Som nevnt innledningsvis synes jeg lærebøker er et spennende tema og ønsket å bruke masteroppgaven min på å utforske dette nærmere.

Hva kan man se på? Det er flere temaer innenfor lærebokforskning som kan være spennende å se på. Tekstanalyser, bilde- og modellanalyser, struktur, samt aktiviteter og oppgaver for å nevne noen. I første omgang, tidlig i prosessen, var ønske å se på lærebokoppgaver og modeller. I samarbeid med veileder konkluderte vi med at det blir en stor oppgave, og at kvaliteten kunne økes ved å kun fokusere på et element. Valget endte på lærebokoppgaver.

I hvilken sammenheng er det interessant å se på lærebokoppgaver? Tidligere forskning på lærebokoppgaver i Norge har for eksempel tatt for seg fordelingen av åpne og lukkede oppgaver, med den hensikt å si noe om hvilket vitenskapssyn oppgavene fremmer (Andersson-

Bakken et al., 2020), og hvor virkelighetsnært lærebokoppgave oppleves for elever innenfor forskjellige studieretninger (Knain, 2003). Jeg ønsket å finne ut i hvilken grad lærebokoppgavene legger til rette for elevens utvikling av kompetansen *kritisk tenking*.

Forskningsspørsmål:

«I hvilken grad kan lærebokoppgaver, i naturfag på Vg1 studieforbereende, styrke elevenes kompetanse innen kritisk tenkning?»

Tidlig i prosessen med masteroppgaven formulerte jeg et relativt bredt forskningsspørsmål; «Hvordan kan lærebøker legge til rette for verdiprinsipper og kompetanser som er beskrevet i Fagfornyelsens (LK20) overordnede del?». Etter hvert, gjennom å lese teori, andre lærebokanalyser og diskusjoner med veileder, endte jeg opp med å velge kun én kompetanse i den overordnede delen. Valgt ble gjort på grunnlag av dybde og tid. Det å kun velge én kompetanse gav forskningen et spissere fokus, for å unngå en mer overfladisk og generell tilnærming. Forskningsspørsmålet ble justert fra å se på generelle verdiprinsipper i læreplanen til spesifikt kompetansen; *kritisk tenking*. Forskningsspørsmålet endret seg fra å vurdere lærebøker, til mer spesifikt å undersøke hvordan lærebokoppgaver stimulerer til kognitive prosesser, som styrker elevenes kritiske tenkning. For å si noe om hvordan lærebøkene legger til rette for elevens kritiske tenkning, trengte jeg data fra empirien som kunne si noe om problemstillingen. Jeg formulerte derfor et analysespørsmål.

Analysespørsmål:

«Hvilke kognitive prosesser stimulerer ulike lærebokoppgaver til?»

Målet med det empiriske arbeidet var å generere kvantitative data som et argumentasjonsgrunnlag for å diskutere hvordan lærebokoppgavene legger til rette for kritisk tenkning. Etter flere runder endte analysespørsmålet med å ta for seg kognitive prosesser, slik Krathwohl beskriver dem, med noen modifikasjoner. Denne prosessen utdypes i del 3.2.2. Lærebokanalyser gjennomføres ofte ved bruk av kvalitative forskningsmetoder. I denne masteroppgaven utføres og anvendes den kvalitative forskningsmetoden kalt kvalitativ innholdsanalyse (Qualitative Content Analysis - QCA).

3.2.1.2. Valg av datamaterialet

Tidlig i utvelgelsesprosessen av datamaterialet så jeg på fysikklærebøkene, men oppdaget raskt at forlagene ikke hadde laget nye fysikklærebøker til Fagfornyelsen. Forlagene hadde kun laget bøker til naturfag Vg1, da denne forskningsprosessen startet. Jeg valgte derfor å analysere naturfagsbøkene på studieforbereende, som et godt alternativ. Å utføre analysen på fysikkbøkene (LK06) var uaktuelt, da de byttes ut høsten 2021 (LK20). Det finnes tre store lærebokforlag i Norge; Aschehoug; Cappelen Damm; og Gyldendal, som gir ut naturfagslærebøker, og alle tre ga ut ny bok i forbindelse med Fagfornyelsen, våren 2020. Da utgangspunktet mitt var fysikk, valgte jeg å kun analysere lærebokoppgavene som tok for seg fysikk-temaene i lærebøkene.

For å velge ut relevante oppgaver gikk jeg inn i den nye læreplanen og valgte ut kompetansemålene som dreier seg om fysikk-temaer. De relevante kompetansemålene utgjør i underkant 40% av målene i faget, da naturfag er en blanding av kjemi, biologi, fysikk og teknologi. Reduksjonen av oppgaver gir en mulighet til å analysere alle de tre lærebøkene. En analyse av samtlige oppgaver, i tre læreverk, kunne blitt for omfattende for en masteroppgave. Totalt i denne studien er det analysert 722 lærebokoppgaver.

Kriterier for utvelgelsen av lærebokoppgaver bygger på seks kompetansemål (Utdanningsdirektoratet, 2020a):

Eleven skal kunne:

- drøfte hvordan utvikling av naturvitenskapelige hypoteser, modeller og teorier bidrar til at vi kan forstå og forklare verden
- risikovurdere egne forsøk og håndtere avfallet fra disse på en forsvarlig måte
- utforske og beskrive noen sentrale bølgefenomener
- forklare hovedprinsippene for trådløs kommunikasjon og gi eksempler på hva slik teknologi brukes til
- utforske og beskrive elektromagnetisk og ioniserende stråling, og vurdere informasjon om stråling og helseeffekter av ulike strålingstyper
- beskrive Big bang-teorien om hvordan universet har oppstått og utviklet seg, og gjøre rede for observasjoner som støtter denne teorien

De fire nederste kompetansemålene er tydelig koblet til fysikkfaget. Trådløs kommunikasjon, bølger, elektromagnetisk og ioniserende stråling, og Bing-Bang forbindes med fysikken og

plukkes enkelt ut fra læreplan. De to øverste kompetansemålene, som tar for seg vitenskapelig metode, hypoteser, modeller, teorier, risikovurdering og avfallhåndtering, er ikke spesifikke mål knyttet til fysikkfaget. Disse kompetansemålene er generelle og kan brukes i alle realfagene. Av de seks kompetansemålene, kan kun fire knyttes direkte til fysikkfaget, men de to generelle målene vurderes som sentrale også for faget fysikk. De to øverste kompetansene representerer den metodiske delen av fysikkfaget, samt viktig kunnskap om autentisk vitenskap, noe Chinn og Malhotra (2002) etterlyser i lærebokoppgavene. Fysikk er også er fagfelt som i stor grad er basert på å lage og tolke modeller. Alle de seks kompetansemålene er derfor med i analysen for å gi et helhetlig bilde av fysikkdelen i naturfag.

Lærebøkene er strukturert med egne kapitler for hvert av teamene i de forskjellige realfagsretningene, fysikk, kjemi, biologi og teknologi. Her finner vi de fire kompetansemålene som er direkte tilknyttet fysikkfaget. De to generelle kompetansemålene finner vi i kapittel 1, i alle de tre lærebøkene. Lærebøkene starter med vitenskapsfilosofi, hypoteser, modellering og risikovurdering. Andersson-Bakken et al. (2020) gjorde et tilsvarende funn, da kapittel 1 ofte skiller seg fra resten av læreboka på en tematisk måte, ved at kapittelet ikke samsvarer med et av realfagene, men tar for seg generelle trekk ved naturvitenskapen.

Lærebøkene som analyseres er:

- Naturfag SF – Aschehoug (Brandt et al., 2020)
- Kosmos SF – Cappelen Damm (Heskestad et al., 2020)
- Senit SF – Gyldendal (Svendsen et al., 2020)

En telefonsamtale til universitetsskolene i Viken fylkeskommune viste at de tre lærebøkene jeg har valgt å undersøke, er de bøkene som i dag brukes på de videregående skolene i Viken. Gitt at dette er representativt for landet for øvrig vil det antas å gi et relativt godt estimat for de kognitive prosessene en vilkårlig elev trenes i, på sin respektive skole.

Det å analysere alle tre lærebøkene sikrer et mer helhetlig bilde av den norske skolen, da det ikke finnes noen offentlig statistikk over hvilke skoler som bruker hvilken lærebok. Denne studien kan derfor ikke si noe om hvilken skole som bruker hvilken bok, men kan si at minst en av bøkene er i bruk på hver skole. Trenden i datasettet vil derfor kunne brukes til å trekke noen generelle slutninger, brukes i argumentasjonen rundt lærebokoppgaves stimuli av kognitive prosesser og bidraget til kompetanseutvikling innen kritisk tenkning.

3.2.2. Oppbygning av koderammen

Steg tre, i Figur 3, handler om å bygge en koderamme. Koderammen er hovedverktøyet i analysen og har to overordnet mål; redusere- og systematisere data. Konstruksjonen av koderammen gjøres i fire punkter (Schreier, 2012, s. 80):

- *utvelgelse*
- *strukturering og generering* (sammen)
- *definering*
- *revurdere og ekspandere* (sammen)

Videre i metoddelen tar masteroppgaven for seg av de fire punktene og forklarer prosessen underveis.

3.2.2.1. Utvelgelse av data til analysen

Utvelgelsen går ut på å velge relevant data til analysen. Det er under dette punktet forskeren må bestemme hva som er relevant data og hva som er irrelevant data. Til forskjell fra «valg av datamaterialet» i steg 2, er dette punktet mer spisset mot de endelige kodingsenhetene. QCA handler om å redusere data og dette gjøres i flere omganger, der datamaterialet spisses mer inn for hver gang. Schreier (2012, s. 83) forklarer at det ikke er uvanlig å oppleve tvil i utvelgelsen av relevant data og argumenterer for å kode irrelevant data som relevant data for sikkerhets skyld. Videre begrunner hun dette ved å beskrive relevant data som mer inklusiv, da det viktigste er å ikke miste meningsfullt datamateriale. Utvelgelsen av relevant data kan også være en begrensning ved kvalitativ innholdsanalyse, da et helhetlig bilde av datasettet og konteksten kan gå tapt (Johannessen et al., 2005; Nilssen, 2012; Schreier, 2012).

Utvelgelsen av relevant data for analysen følger to kriterier;

1. det må være en lærebokoppgave;
2. det må være tematisk koblet til minst ett av de seks utvalgte kompetansemålene.

Alle tre lærebøkene deler den samme formelle strukturen, ved at hvert kapittel avsluttes med et oppgavesett og et aktivitetsett. Å velge ut datamaterialet skjer ofte ved hjelp av enten formelle- eller tematiske kriterier. Schreier (2012) beskriver inndelingen av datamaterialet etter formelle kriterier, som en inndelingsprosess der dataen deles opp etter en konkret indre struktur. Konkrete strukturer er eksempelvis oppgaver i læreboka med en klar start og slutt på

kodingsenheten. Videre forteller hun at dersom forskeren ønsker å dele opp etter tema, uavhengig av datamaterialets indre struktur, er det gunstig å bruke tematiske kriterier. Fremgangsmåten for analysen i denne masteroppgaven er en blanding av formelle og tematiske kriterier. Hvilke oppgaver som skal være med i analysen er valgt på bakgrunn av kompetansemålene og er en tematisk utvelgelse. Hva en oppgave *er*, defineres ut ifra lærebøkernes indre struktur. En egenskap ved lærebøkene er at forlagene har valgt å forme bøkernes struktur med hensyn på kompetansemålene. Dette gjør at fysikkrelaterte oppgaver, basert på kompetansemålene havner i de samme kapitlene, noe som gjør utvelgelsen enklere.

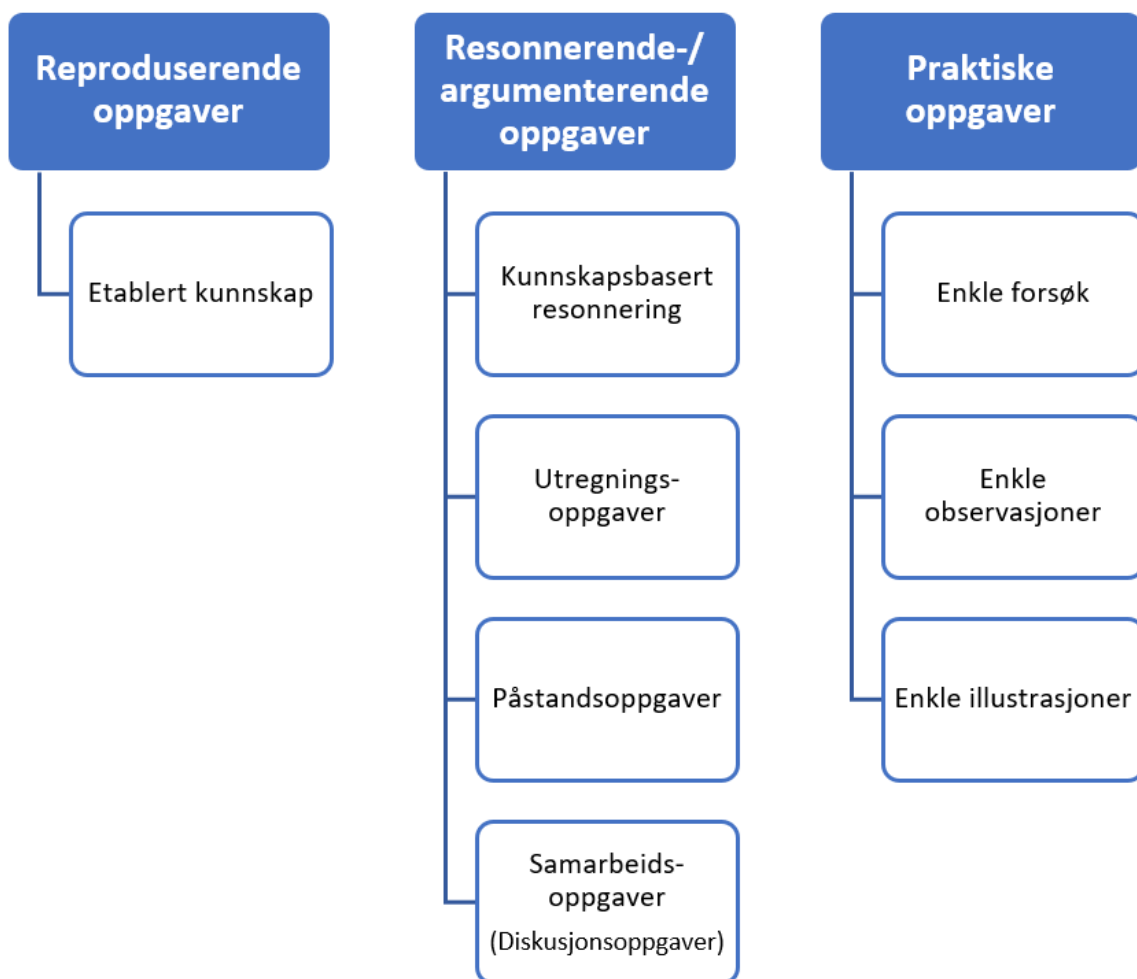
Den store forskjellen i oppgavestrukturen mellom de tre lærebøkene er det som kalles *Kontrollspørsmål*, som befinner seg jevnlig innad i hvert kapittel. Typisk kommer disse i form av 3-5 enkle, kort og konkrete spørsmål etter hvert delkapittel eller mindre tema. Både Kosmos SF og Senit SF har slike kontrollspørsmål, mens Naturfag SF kun har oppgavesettet bakerst i hvert kapittel. Naturfag SF har likevel flest oppgaver av de tre lærebøkene. Det ble derfor valgt å ta med alle oppgaver i analysen, som følger lærebokens indre struktur, både i oppgavesettene og innad i kapitlene. Den indre strukturen tar for seg nummererte oppgaver, med egen inndeling. Spørsmål i fagteksten er ikke med i analysen.

3.2.2.2. Strukturering og generering av koderammen

Strukturering og *generering* av koderammen kan gjøres på tre forskjellige måter: *konseptdrevet*, *datadrevet* eller *en kombinasjon av disse* (Schreier, 2012, s. 84). Konseptdrevet strategi er en *deduktiv* fremgangsmåte der forskeren bygger en koderamme ved å ta utgangspunkt i allerede etablert kunnskap, uten å se på dataen. Denne kunnskapen kan komme fra teori, tidligere forskning, erfaring eller logikk. Datadreven strukturering og generering av koderammen er en *induktiv* prosess der forskeren bygger hovedkategorier og subkategorier basert på datamaterialet. Dette er typisk brukt i analyser som skal beskrive datamaterialet i detalj (Johannessen et al., 2005; Schreier, 2012). Kombinasjonen av konseptdrevet- og datadrevet strukturering og generering er mest vanlig. Ofte blir de overordnede temaene formulert i en konseptdrevet prosess, altså deduktivt, mens subkategoriene er mer tilpasset datamaterialet og formulert gjennom en induktiv prosess, altså datadrevet (Johannessen et al., 2005; Schreier, 2012).

Gjennom utforskningsprosessen av lærebokoppgavene ble det konstruert tre hovedutgaver av koderammen, med flere mindre variasjoner innad i disse. Den første koderammen ble utformet

datadrevet (induktiv), der oppgavene ga opphav til kategoriene, se Figur 4. Gjennom å tolke og studere lærebokoppgavene ble det formulert tre dimensjoner; *reproduserende*-, *resonnerende-/argumenterende*- og *praktiske oppgaver*; og åtte kategorier: etablert kunnskap, kunnskapsbasert resonnering, utregning, påstander, samarbeid/diskusjon, enkle forsøk, enkle observasjoner og enkle illustrasjoner, se Figur 4. Denne koderammen gjorde god jobb med å fange opp alle lærebokoppgavene, men ga utfordringer da det kom til å besvare forskningsspørsmålet.



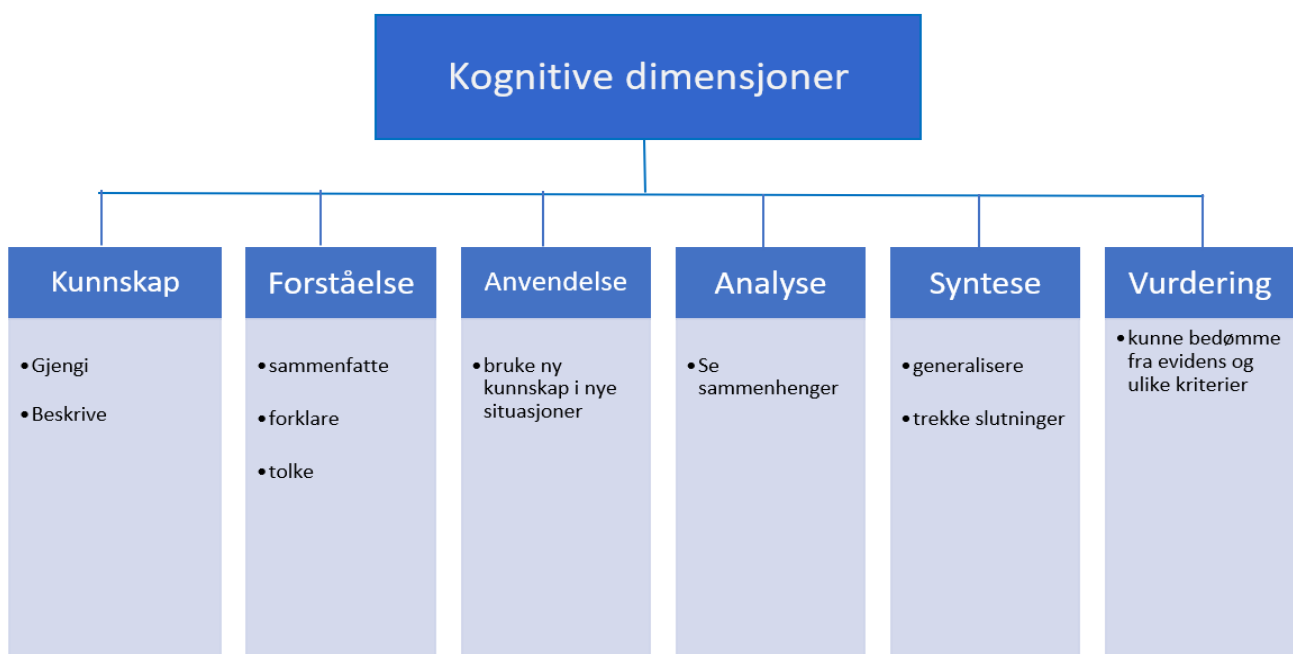
Figur 4: Første utkast (koderamme 1) basert på en datadrevet (induktiv) prosess.

Denne metoden å generere koderammen på, basert på det aktuelle datasettet eller analyse materialet, kalles datadrevet eller induktiv forskning. Koderammen tilpasses datasettet så all data blir plukket opp og analysert. Det var svært lite teorigrunnlag i denne koderammen og den fungerte i praksis som en test, for meg, i å anvende en koderamme på et datasett. Det

var flere problemer med denne koderammen. Et kritisk problem var at jeg fortsatt satt igjen med ubesvarte spørsmål. Den første koderammen viste seg å være mangelfull og gav ikke gode svar i forhold til Fagfornyelsens overordnede del, og kompetansen kritisk tenking.

Hvordan kan jeg koble fordelingen av kategoriene til Fagfornyelsens overordnede del og kritisk tenking? Et annet problem var at kategoriene ikke hadde noe teoretisk grunnlag, noe som gjorde dem vanskelig å definere og forsvare. Koderammen var i utgangspunktet inspirert av forskningen til Andersson-Bakken et al. (2020), men med en helt annen kontekst og et annet forskningsspørsmål. Andersson-Bakken et al. (2020) brukte analysen til å si noe om hvilket vitenskapssyn lærebøkene formidler, mens jeg ønsker å undersøke hvordan lærebøkene legger til rette for kritisk tenkning.

Den andre koderammen (Figur 5) var konseptdrevet og basert på Blooms taksonomi (Figur 1). I konseptdrevet generering konstrueres koderamme deduktivt, basert på teorier og tidligere forskning. Målet med den deduktive eller konseptdrevet utviklingen av koderammen var å undersøke i hvilken grad datamaterialet (lærebokoppgavene) passet med de forhåndsbestemte kategoriene, teoriene og antagelsene rundt tema.



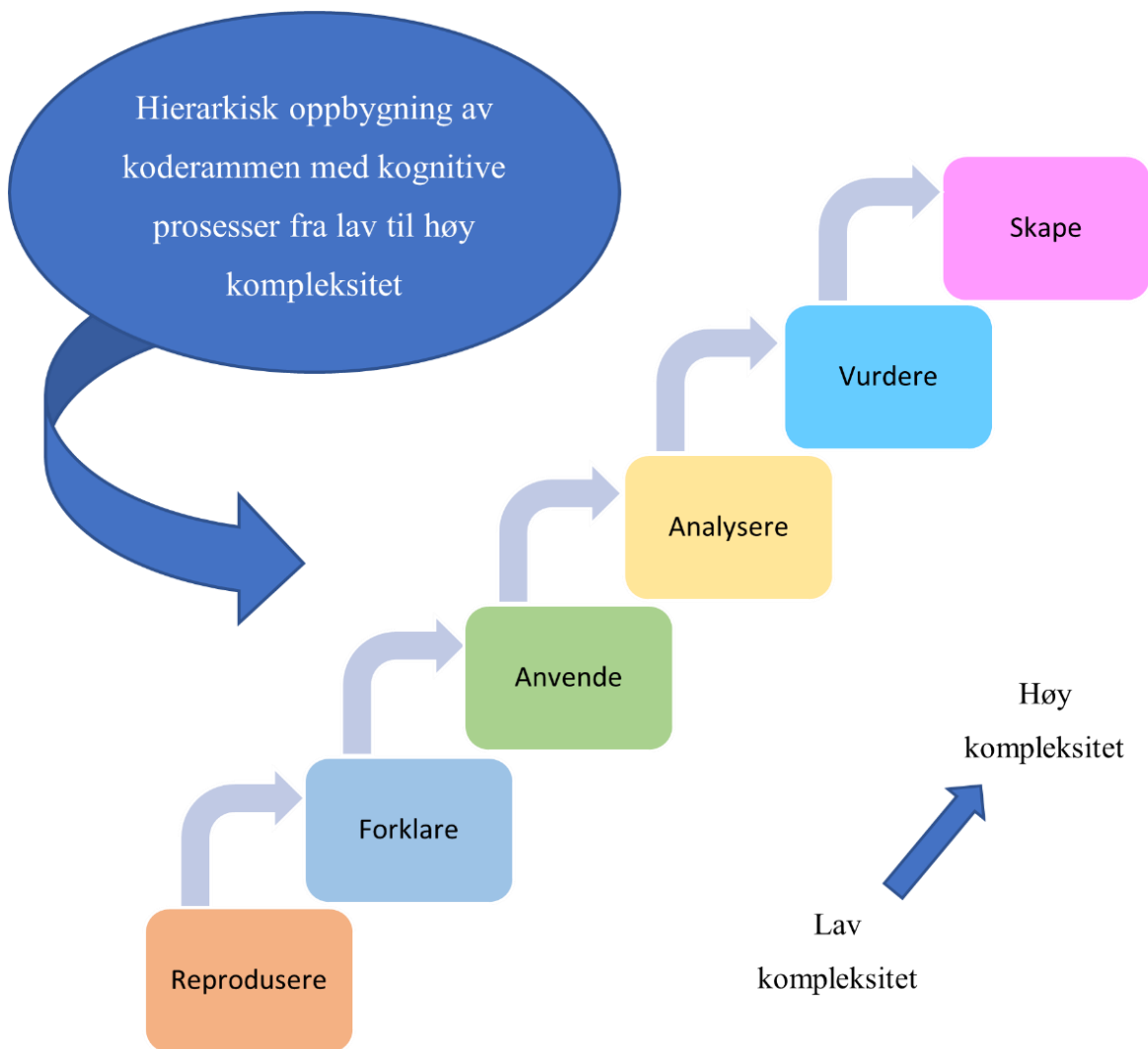
Figur 5: Andre utkast (koderamme 2) basert på en konseptdrevet (deduktiv) prosess, med utgangspunkt i Blooms taksonomi.

Koderammen hadde én kognitiv dimensjon og delte oppgavene inn i seks kategorier: kunnskap, forståelse, anvendelse, analyse, syntese og vurdering. I samarbeid med veileder ble det oppdaget at dette førte til problemer i selve analysen. Til forskjell fra den første koderammen, passet den andre bedre til å besvare forskningsspørsmålet, men viste seg likevel å være mangelfull. En koderamme basert på Blooms taksonomi, kan si noe om hvordan lærebøkene legger opp til kompetanseutvikling av kritisk tenkning, da det er sammenheng mellom komplekse kognitive prosesser og kritisk tenkning. Utfordringen i kodingsprosessen var å skille mellom hva elevene skulle gjøre og hva elevene skulle lære. Dette førte til en lite konsekvent inndeling av oppgavene ettersom oppgaveformuleringene er forskjellig fra oppgave til oppgave, og bok til bok.

Den tredje utgaven av koderammen baserer seg på Krathwohls taksonomi, der kunnskap og problemløsningsstrategi er delt opp i to forskjellige dimensjoner: *kunnskapsdimensjonen* og *dimensjonen for kognitive prosesser*. Kognitive prosesser er gitt på verbform og kan brukes til å si noe om hva lærebokoppgavene ber elevene gjøre, altså hvilke kognitive prosesser de legger til rette for. Kunnskapsdimensjonen tar for seg hvilken kunnskap eleven må ha og vise. Krathwohls taksonomi med utgangspunkt dimensjonen for kognitive prosesser fungerte bedre i testanalysene, enn Blooms taksonomi. Å kode etter verbene som sier noe om hva eleven skal gjøre, førte til økt konsekvens og høyere reliabilitet i forskningen.

Som nevnt i metodeteorien kan en kombinasjon av data- og konseptdrevet konstruksjon av koderammen føre til gode resultater da det tas hensyn til både teori og empiri. Koderammens konstruksjon tilpasses datamaterialet gradvis, basert på et teoretisk prinsipp eller konsept. I den endelige generering- og strukturingsfasen av koderammen, **steg 3** i metodeteorien, ble både konseptdrevet og datadrevet metode anvendt.

Den endelige koderammen, brukt i hovedanalysen, bygger videre på Krathwohls taksonomi for kognitive prosesser, med to endringer på de laveste nivåene av kompleksitet, se Figur 6. Fra Krathwohls taksonomi (Figur 2) er det laveste nivået endret fra *Huske* til *Reprodusere*, og det andre nivået endret fra *Forstå* til *Forklare*. Videre er nivå tre til seks, *Anvende*, *Analysere*, *Vurdere* og *Skape*, uendret. Koderammen følger den samme hierarkiske strukturen som Bloom- og Krathwohls taksonomier med *Reprodusere* til *Skape*, fra lav til høy kompleksitet, se Figur 6.



Figur 6: Koderamme med hierarkisk oppbygning av kognitive prosesser fra lav til høy kompleksitet. Koderammen består av seks kategorier under hoveddimensjonen kognitive prosesser.

Vist i figur 6 er den endelige koderammen som er utgangspunktet for analysen. Videre i metodedelen beskrives, eksemplifiseres og forklares hver kategori.

3.2.2.3. Definerings av kategoriene

Definering og beskrivelse av kategoriene er viktig for at både forskeren og andre (kodere og lesere) skal kunne vite hva som formidles (Schreier, 2012, s. 95). Når forskeren konstruerer koderammen gjør litteraturen et poeng av å definere alle kodenivåene (kategorier og subkategorier), ikke bare for sin egen del, men for leseren og andre forskere sin del (Johannessen et al., 2005; Nilssen, 2012; Schreier, 2012). Videre forteller Schreier (2012) at definisjonsprosessen har fire ledd: et navn, en beskrivelse av hva forskeren mener med navnet, eksempler og beslutningsregler. Hun forklarer at de tre første er obligatorisk, mens beslutningsregler er valgfritt og brukes i forskning med overlappende kategorier, for å beskrive hvilke regler som er brukt i kategori-inndelingsprosessen. Denne beskrivelsen av definisjonsprosessen finner vi igjen i Johannessen et al. (2005, s. 161) og Nilssen (2012, s. 107). Tabell er et typisk hjelpemiddel for å visualisere og beskrive definisjonsprosessen, se Tabell 1: Beskrivelse av kategoriene i hoveddimensjonen, kognitive prosesser.

Tabell 1: Beskrivelse av kategoriene i hoveddimensjonen, kognitive prosesser.

Dimensjon	Kognitive prosesser					
Kategori	Reprodusere	Forklare	Anvende	Analysere	Vurdere	Skape
Beskrivelse	<p>Å gjengi informasjon.</p> <p>Å reprodusere informasjon fra hukommelsen.</p>	<p>Å forklare</p> <p>Å tolke</p> <p>Å eksemplifisere</p> <p>Å klassifisere</p> <p>Å oppsummere</p> <p>Å sammenligne</p>	<p>Å gjennomføre eller bruke en prosedyre i en gitt situasjon</p> <p>Å regne</p>	<p>Å bryte materialet inn i dets bestanddeler og undersøke hvordan delene forholder seg til hverandre og til en overordnet struktur eller et formål</p>	<p>Å gjøre vurderinger basert på kriterier og standarder</p> <p>Å kontrollere påstander</p> <p>Å være kildekritisk</p> <p>Å diskutere</p>	<p>Å sette sammen elementer for å danne en helhet, sammenheng eller lage et originalt produkt</p> <p>Å generere</p> <p>Å planlegge</p> <p>Å produsere</p>

Tabeller gir en visuell og organisert oversikt over dimensjoner og kategorier i koderammen. Slike tabeller viser verken sammenhenger mellom kategorier eller en overordnet struktur. Tabellene er kun ment som et enkelt kart, slik at leseren enklere kan navigere gjennom

koderammen og få en helhetsoversikt av systemet. Det er vanlig å presentere tabeller med stikkord eller korte setninger, slik som i Tabell 1.

I Tabell 1 er alle stikkordenere og setningene basert på verb. Videre blir utviklingen av de seks kategoriene beskrevet hver for seg, gjennom de konsept- og datadrevende prosessene i struktureringen og genereringen av koderammen.

3.2.2.4. Utvikling av første kategori - Reprodusere

Den første og minst komplekse kategorien i koderammen er **Reprodukere**. Kategorien var i første omgang formulert i en konseptdrevet og deduktiv prosess, basert direkte på Krathwohls taksonomi. Gjennom flere testanalyser ble kategorien tilpasset datamaterialet i en datadrevet og induktiv prosess. *Huske* er endret til *Reprodukere*, fra Krathwohls taksonomi, for å bedre representere lærebokoppgavens form, utgangspunkt for problemløsningsstrategi og det språket som reflekteres i skolens og lærerens praksis. Kategorien er derfor et resultat av en kombinasjonsprosess av både konseptdrevet og datadrevet strategi. Grunnlaget er bygget på Krathwohls taksonomi, for deretter å tilpasses datasettet i form av lærebokoppgavens formuleringer og språket brukt av lærere i skolen. Typiske oppgaver i denne kategorien handler om å gjengi en definisjon eller annen etablert kunnskap, f.eks.;

«2. Omtrent hvor fort beveger lyd seg i luft?» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 42);

eller «3. Hva er måleenheten for stråledose?» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 202).

Her må elevene reproducere bestemte målinger og enheter. Min erfaring er at når lærere diskuterer slike oppgaver, brukes begrepet reprodukerende oppgaver i større grad enn huskeoppgaver. Måten oppgavetekstene er formulert på i de tre lærebøkene er i tillegg et godt argument for å bytte navn på kategorien fra *Huske* til *Reprodukere*. Ta det første eksempelet med lydshastighet. Min erfaring som lærer er at de fleste elevene blar bakover i læreboken for å skrive av teksten som inneholder svaret, i motsetning til selv å huske svaret fra egen hukommelse. Noen elever husker selvfølgelig også. Dette skillet i løsningsstrategi påvirker ikke analysen, da det å gjengi fra hukommelse blir fanget opp i den samme kategorien likevel.

I Tabell 1 vises oversikten av beskrivelsene for hver kategori i koderammen. *Reprodukere* er beskrevet som en kategori som fanger opp lærebokoppgaver der elevene skal; gjengi informasjon; og reproducere informasjon fra hukommelsen. Nøkkelvebene er å *gjengi* og å *reprodukere*.

Lærebokoppgaver som kodes inn i denne kategorien er for eksempel oppgaver som ber eleven gjengi en regel eller definisjon som er tydelig beskrevet tidligere i kapitlet, gjerne med egne markerte tekstbokser i annen farge og font enn resten av teksten. Et eksempel på dette er oppgaven i Figur 7 og svaret tydelig markert i egen tekstboks, 21 sider lenger frem i kapitlet, se Figur 8.



6.402
Hva sier refleksjonsloven?

Figur 7: Oppgave 6.402 i Naturfag SF (Brandt, Hushovd & Tellefsen, 2020, s. 224).



NB! **Refleksjon av bølger**
Bølger som faller på skrå inn mot en flate, vil bli reflektert på skrå ut igjen med nøyaktig samme vinkel. Dette gjelder for alle typer bølger, også elektromagnetisk stråling.

Figur 8: Uthevet tekstboks med refleksjonsloven fra Naturfag SF (Brandt et al., 2020, s. 203).

Oppgavene som ber elevene reproducere eller gjengi informasjon følger som regel samme strukturelle plassering i alle tre lærebøkene. Slike oppgaver kommer gjerne tidlig i oppgavesettene, som kontrollspørsmål etter hvert delkapittel, eller som første del av en større oppgave. Fra et strukturelt perspektiv kalles dette *innledende oppgaver*.

Andre eksempler på lærebokoppgaver som ber eleven gjengi eller reproducere informasjon er;

«**1.** Hvilke tre typer stråling sendes ut fra radioaktive grunnstoff?» (Senit SF av Svendsen et al., 2020, s. 177);

«**3.** Hva er dopplereffekten?» (Senit SF av Svendsen et al., 2020, s. 197);

«**2.2.5** Hva er ekkolokalisering?» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 66);

og «**2.6.3** Med hvilken fart brer radiobølger seg?» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 67).

Felles for alle disse eksempeloppgavene er at de har et bestemt fasitsvar, som kan kopieres direkte fra læreboka.

3.2.2.5. Utvikling av andre kategori - Forklare

Forklare er den kategorien med størst bredde. Med utgangspunkt i Krathwohls taksonomiske kategori, *Forstå*, handler denne kategorien i stor grad om å forklare. På samme måte som første kategori er *Forklare* utviklet gjennom en kombinasjon av konsept- og datadrevet strategi. Utgangspunktet var Krathwohls andre kategori, *Forstå*, som etter flere testanalyser ble endret til *Forklare*.

I Tabell 1 beskrives kategorien, *Forklare*, som oppgaver der elevene må; forklare; tolke; eksemplifisere; klassifisere; oppsummere; eller sammenligne.

Forklare ble endret fra Krathwohls *Forstå* av to grunner:

1. Fra et analytisk ståsted er det vanskelig å si noe om elevenes forståelse ved å kun analysere lærebokoppgaver. Derimot kan analysen si noe om hva en oppgave ber eleven om å gjøre.
2. De fleste oppgavene i denne kategorien er oppgaver som ber elevene forklare noe. En figur, et konsept, en situasjon, eller et fenomen.

Grunn 1, handler om selve verbet, *å forstå*, og utfordringene med å tolke dette kvalitativt ut ifra en oppgavetekst. I testanalysene viste det seg relativt fort at det å kategorisere oppgaver etter forståelse var en utfordring. Et eksempel på dette er oppgave:

«**2.3.2** Hva er forskjellen på de ulike typene elektromagnetiske bølger?» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 66).

For å si noe om forskjellene på ulike typene elektromagnetiske bølger, kan analysen med sikkerhet si at eleven må *sammenligne* bølgene i større eller mindre grad. Analysen kan ikke, med sikkerhet, si noe om elevens forståelse av elektromagnetiske bølger.

Grunn 2 handler om oppgavens formuleringer. De fleste oppgavene fanget opp i kategori to, er forklaringsoppgaver der lærebokoppgavene inneholder verbet *forklare*, og ber spesifikt elevene om å gjøre dette.

Eksempelvis oppgavene;

«**2.4.4** Forklar hvordan regnbuen oppstår»;

og «**2.2.2** Forklar hvordan vannbølger oppstår» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 66).

Flere eksempler på oppgaver i kategorien *Forklare* er;

«**3** Gi et eksempel på at valg basert på kunnskap er bedre enn valg basert på magefølelse» (Senit SF av Svendsen et al., 2020, s. 28);

«**6.503** Noen hus har vannbåren varme i gulvet. Dette fører til at Wi-Fi-signalene blir svekket mellom etasjene. Forklar sammenhengen» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 225);

«**2.7.5** Forklar prinsippene for kontaktløs betaling» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 68);

og «**7.4.2** Gi en kort beskrivelse av hvordan vi kan bruke radioaktive isotoper til å gjennomføre medisinske undersøkelser av kroppens indre» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 215).

Felles for disse eksempeloppgavene er at oppgaveteksten ber elevene forklare, eksemplifisere eller beskrive hvordan en fysisk egenskap kan anvendes i praksis. Både forklare og eksemplifisere er direkte knyttet til kategorien *Forklare*, se Tabell 1. Når elevene skal beskrive hvordan et fenomen eller en fysisk egenskap kan anvendes krever dette mer enn å gjengi et begrep og kategoriseres som en forklaringsoppgave.

Som nevnt tidligere i metodeteorien er QCA en kvalitativ forskningsmetode som baserer seg på forskerens tolkninger. Forskerens tolkning vil blant annet kunne påvirkes av holdninger, forståelse av teori og andre personlige faktorer. De fleste av kodingsenhetene kodes enkelt etter hvilke verb som blir brukt i oppgaveteksten, men ikke alltid. Det finnes oppgaver som formuleres relativt likt, men blir fanget opp av forskjellige kategorier basert på kontekst og svar. Et eksempel på dette er oppgavene;

«**1.203 b)** Hvordan er fordelingen av grunnstoffer i universet?» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 36)

og «**1.5.6 b)** Hvordan kan den naturvitenskaplige metoden brukes for å sikre at måten vi utnytter jordas ressurser på, er bærekraftig?» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 32).

Den første oppgaven blir kategorisert i første kategori, *Reprodusere*, fordi det finnes et enkelt fasitsvar eleven kan kopiere fra læreboka, «75 % hydrogen, 24 % helium, 1 % litium, beryllium og andre stoffer.». Den andre oppgaven kategoriseres i andre kategori, *Forklare*, fordi den krever mer kompleks kognitiv tenkning av eleven. Den første oppgaven har svaret i boka og kan kopieres, mens den andre oppgaven må forklares med egne ord, ved å sette sammen forskjellig informasjon. Dette er en kvalitativ tolkning gjort av meg i analysen og kan sees på

som en svakhet i kvalitative studier. Slike tolkninger gjør det vanskeligere for andre å reprodusere tilsvarende resultater, noe som gjør det viktig å forklare hvorfor slike valg er tatt. De fleste tilfellene av slike tolkninger fant sted mellom første og andre kategori i koderammen. Verktøyet for å skille mellom kategoriene *Reprodusere* og *Forklare* i disse gråsonene handlet i stor grad om svaret kunne kopieres direkte fra teksten i læreboka, eller om det forutsettes mer komplekse kognitive prosesser. Kan eleven gjengi eller reprodusere, eller må eleven forklare utover et direkte sitat fra læreboka? Det ble også formulert og benyttet det Schreier (2012) kaller beslutningsregler. Overlappende oppgaver, ofte oppgaver som er grammatisk like, men som ikke tilfredsstillter den samme kognitive prosessen, ble kategorisert ved hjelp av slike beslutningsregler. Beslutningsreglene besto hovedsakelig av to handlinger. Den første var å sjekke hva fasiten i læreboka mener er svaret. Elevene benytter ofte fasit når de er usikre. Samtidig er fasiten lærebokas svar og gir derfor en god indikasjon på hva oppgaven vil at elevene skal gjøre. Den andre beslutningsregelen gikk ut på å sjekke fagteksten i boka. Finnes det et direkte sitat i fagteksten som elevene kan gjengi eller reprodusere, eller må elevene sette sammen et svar med egne ord og sammensatte formuleringer?

3.2.2.6. Utvikling av tredje kategori – Anvende

Den tredje kategorien, *Anvende*, er i stor grad konseptdrevet og deduktivt utarbeidet fra Krathwohls taksonomi. Kategorien *Anvende*, i denne koderammen, handler om å gjennomføre eller bruke en prosedyre i en gitt situasjon. I lærebøkene finner vi oppgaver som krever at elevene gjennomfører eller bruker en prosedyre for å løse problemet i form av regneoppgaver, reaksjonslikninger, og oppgaver som ber eleven utføre handlinger, mindre forsøk og aktiviteter. Slike oppgaver kan være å følge instruksjoner i enkle lukkede forsøk, eller oppgaver der læreboka ber elevene utføre spesifikke handlinger. Eksempler på dette er oppgaver som;

«**4 a)** Tegn en bølge og sett navn på figuren din. Få med bølgelengde, amplitude, bølgeretning og bølgefaren» (Senit SF av Svendsen et al., 2020, s. 200);

og «**6.704 (utforsk)** Noen har Wi-Fi-nettverk både på 5 GHz og på 2,4 GHz. Hvis du har Wi-Fi hjemme, sjekk hvilken frekvens den sender på. Dersom du har begge frekvensene, undersøk rekkevidden og styrken på signalet fra de to frekvensene i ulike områder av hjemmet ditt. Finner du noen forskjell?» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 226).

Det første eksempelet (**4 a**) er en oppgave der eleven blir bedt om å utføre en spesifikk handling, tegne en bølge og sette navn på delene. Dette er en enkel handling der eleven får klar beskjed om hva som skal gjøres og hva som skal være med. Forskjellen på denne oppgaven og en oppgave som havner i kategorien, *Skape*, er at denne oppgaven ikke krever kreativitet, planlegging eller et originalt produkt, selv om oppgaven teknisk sett ber eleven lage noe. Det andre eksempelet (**6.704 (utforsk)**) er et mindre forsøk der elevene må utføre enkle handlinger, med tydelige instruksjoner. Oppgaven krever ikke mer, enn at eleven utfører handlingen og sammenligner resultatene. Oppgaven er også merket med «utforsk» i oppgavetittelen. Dette gjelder de fleste oppgavene som har mindre forsøk.

Den andre gruppen oppgaver som blir kategorisert i *Anvende*, av koderammen, er regneoppgaver. Regneoppgaver er alle oppgaver der eleven må regne med tall, finne gjennomsnitt, beregne usikkerhet, anvende formler eller løse likninger med ukjente variabler. Grunnen til at regneoppgaver havner i kategorien *Anvende*, er fordi matematikken i naturfag stort sett handler om å følge en prosedyre. Typisk er at eleven blir presentert med en formel, likning eller naturfaglig sammenheng og må anvende dette for å løse et problem. Andersen & Krathwohl (2001) kaller denne prosessen «**implementing/using**» eller «**executing**» og beskriver det som en prosess der eleven må anvende en prosedyre for å løse et kjent eller ukjent problem, f.eks. bruke Newtons 2. lov, der det er fornuftig, eller anvende ABC-formel. Eksempler på slike oppgaver i naturfagslærebøkene er;

«**6.301** Lydfarten i luft setter vi lik 340 m/s, **a**) En stemmegaffel sender ut tonen 512 Hz i luft. Hva blir bølgelengden?» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 224);

og «**7.302** En pasient på et sykehus spiser en tablett som inneholder 200 mg radioaktivt fluor-18. Hvor mye er det igjen av fluor-18 etter 3 timer og 40 minutter når halveringstiden til stoffet er 110 minutter?» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 265).

I eksempeloppgave, **6.301**, må eleven anvende formelen for sammenhengen mellom bølgelengde og frekvens for å regne ut bølgelengden. Det andre eksempelet, oppgave **7.302**, krever at eleven anvender den naturvitenskapelige prosedyren for utregning av radioaktiv halveringstid, for å si noe om mengden stoff som er igjen etter en viss tid. Felles for regneoppgavene i naturfaget, er at elevene må følge en prosedyre eller bestemt fremgangsmåte for å løse problemet.

Andre eksempler på lærebokoppgaver i kategorien *Anvende* er;

«**7.1.4** Regn ut energien til et foton med bølgelengde på 0,15 mm» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 214);

«**2.1.3 b)** Regn ut bølgelengden til en bølge som beveger seg med en fart på 5 m/s og har en frekvens på 10 Hz» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 66);

«**6.209 a)** En pendelklokke har en pendel som gjør 30 hele svingninger hvert minutt. Regn ut perioden og frekvensen. **b)** Vekselstrømmen hjemme svinger med en frekvens på 50 Hz. Finn perioden» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 223);

og «**1.407 b)** Lag en oversiktstegning eller et tankekart om begrepet bærekraftig utvikling. Tegningen/ kartet skal hjelpe deg med å få forståelse for begrepet» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 38).

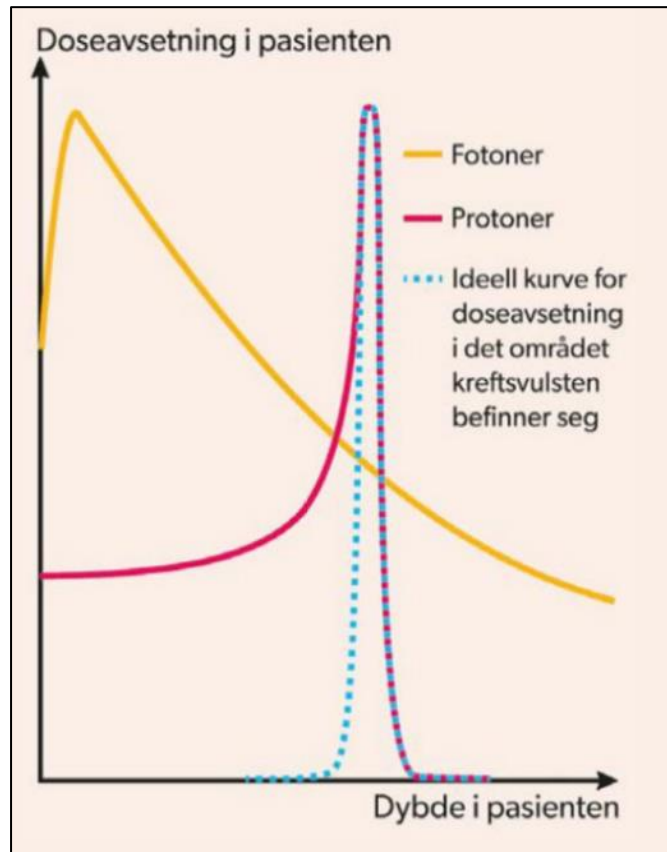
De tre første eksempeloppgavene, **7.1.4**, **2.1.3** og **6.209**, ber elevene spesifikt om å regne ut noe. De må anvende formler, likninger og algebra for å løse oppgavene. Typisk for slike oppgaver er at elevene for oppgitt alle variablene, utenom den de skal regne ut. Da trenger de kun å anvende riktig formel og algebra for å regne ut svaret. Oppgave **1.407 b)** ber elevene lage en oversiktstegning eller tankekart om bærekraftig utvikling. Oppgaver som ber elevene utføre en handling blir kategorisert i *Anvende*. Slike tankekart består ofte av å gjengi begreper, formulere forklaringer og trekke tråder mellom egne erfaringer og fagstoff.

3.2.2.7. Utvikling av fjerde kategori – *Analysere*

Utviklingen av de tre mest komplekse kategoriene var i større grad konseptdrevet, basert på Krathwohls taksonomi. I motsetning til de mindre komplekse kategoriene er det ingen datadrevne endringer i kategorien *Analysere*, fra teorien tilhørende Krathwohls taksonomi. *Analysere* handler om å bryte materialet inn i dets bestanddeler og undersøke hvordan delene forholder seg til hverandre og til en overordnet struktur eller et formål, se Tabell 1.

I lærebøkene fanger denne beskrivelsen blant annet opp diagram- og grafsanalyser. Her er poenget er å si noe om forholdet mellom variabler og hvordan de påvirker hverandre. Et eksempel på dette er:

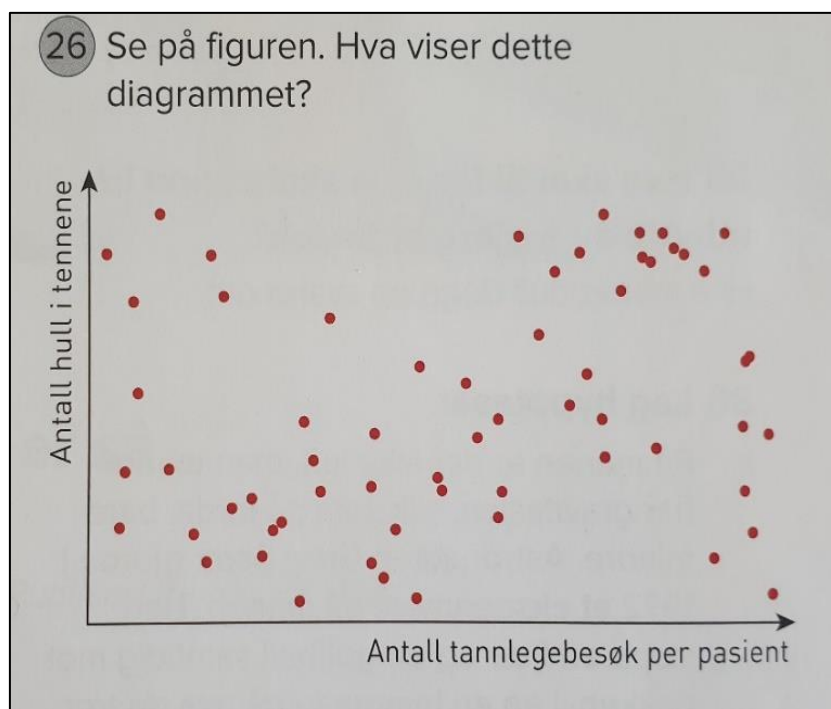
«7.511 b) Bruk figuren til høyre (se Figur 9) til å forklare hvorfor det er bedre å bruke protonterapi enn gammastråling i behandling av kreftsvulster» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 271).



Figur 9: Figur tilhørende oppgave 7.551 i tema Radioaktivitet, fra Naturfag SF (Brandt et al., 2020, s. 271).

I eksempeloppgave **7.511 b)** må elevene gjøre en analyse av grafen og se hvordan kurvene henger sammen med variablene i første- og andreaksen. For å forklare hvorfor protonterapi er bedre enn gammastråling må elevene se hvordan kurvene henger sammen med dybde i pasienten (førsteaksen) og doseavsetning i pasienten (andreaksen). Elevene må analysere hvordan kurvene forholder seg til hverandre og til det overordnede formålet til behandlingen, trygg stråleterapi.

Et annet eksempel på en lærebokoppgave som fanges opp i kategorien, *Analyse*, er oppgaven i Figur 10.



Figur 10: Eksempeloppgave 1.26 i tema Naturvitenskap, fra *Senit SF* (Svendsen, Juel, Stølevik & Marion, 2020, s. 29).

For å løse eksempeloppgaven i Figur 10, må elevene analysere plottet for å si noe om forholdet mellom antall tannlegebesøk (førsteaksen) og antall hull i tennene (andreaksen). Elevene må bruke datapunktene i diagrammet for å forklare forholdet mellom de to variablene. I denne situasjonen er det ingen korrelasjon mellom tannlegebesøk og antall hull.

3.2.2.8. Utvikling av femte kategori – Vurdere

Vurdere er utviklet gjennom en kombinasjon av datadrevet og konseptdrevet strategi. Kategorien fanger opp lærebokoppgaver der elevene må gjøre vurderinger basert på kriterier og standarder, kontrollere påstander, jobbe med kildekritikk eller diskutere, se Tabell 1. Av de fire kriteriene for kategorien *Vurdere*, er tre konseptdrevet og én datadrevet. I teorien fra Krathwohls taksonomi belyses kategorikriteriene om å gjøre vurderinger, kontrollere påstander og å være kritisk. Det siste kravet, å diskutere, er utviklet gjennom testanalysene av datasettet.

Å *diskutere* ble utarbeidet som et kriterium for å fange opp lærebokoppgavene der elevene får beskjed om å diskutere. Diskusjonsoppgavene i lærebøkene spenner fra å diskutere fenomener,

problemstillinger, konsepter og hypoteser, til å dobbeltsjekke eller sammenligne resultater og meningen med andre elever. Eksempler på slike oppgaver er;

«**1.412** Transportforskere mener at det finnes to måter å få mennesker til å endre sine transportvaner på: «pisk» og «gulrot». Et eksempel på «pisk» kan være å gjøre det vanskeligere eller dyrere å eie og bruke biler med store utslipp. En «gulrot» kan være å gjøre alternativene mer fristende. Diskuter konkrete tiltak som kan bidra til et mer bærekraftig forbruksmønster. Bruk faglige argumenter.» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 39);

«**1.410** FN har 17 mål for en bærekraftig utvikling. Gå sammen i par og velg de fem målene dere mener er viktigst. Sammenlikn med et annet par og argumenter for deres egne valg» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 39);

«**7.502 a)** Diskuter hvordan vi kan bruke ioniserende stråling til diagnostisering» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 269);

og «**7.501 b)** De radioaktive isotopene som blir brukt til diagnostisering, har kort halveringstid. Diskuter hvorfor det bør være slik» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 269).

Jeg valgte å tilføye å *diskutere*, som et kriterium i kategorien *Vurdere*. Årsaken til dette var diskusjonsoppgavene som skilte seg tydelig ut i datasettet. Handlingen «å diskutere» innebærer en form for kildekritikk, kontroll av påstander, argumentasjon og vurdering. Ved å legge til å *diskutere*, som et kriterium, blir det lettere å reprodusere de samme resultatene for en annen forsker, uten å måtte bedømme hver diskusjonsoppgave individuelt.

Et annet eksempel på en lærebokoppgave i kategorien *Vurdere* er:

7.2.11 Kjernekraft er en måte å produsere store mengder elektrisk energi på uten utslipp av CO₂. Ca. 14 prosent av verdens elektrisitet blir produsert av kjernekraft. Mange forskere mener at klimamålene kan nås ved å øke bruken av kjernekraft drastisk. Andre er skeptiske til bruk av kjernekraft på grunn av problemene med lagring av avfall, risikoen for ulykker og at det muliggjør produksjon av atomvåpen. Drøft problemstillingen «kjernekraft eller fossile energikilder?» med en medelev. (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 215).

Oppgaver der elevene må diskutere og drøfte problemstillinger med hverandre krever komplekse kognitive prosesser. Elevene må være kritiske, kontrollere hverandres påstander, og gjøre vurderinger.

I lærebøkene finnes også oppgaver der elevene må kontrollere påstander og hypoteser. For eksempel oppgave **7.101** og oppgave **7.103** (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 263);

7.101 Hvilken av påstandene nedenfor er riktig?

A Når det blir for mange atomer, sendes det ut ioniserende stråling.

B Når grunnstoffet uran reagerer med et annet grunnstoff og danner en kjemisk forbindelse, frigjøres overskuddsenergien som ioniserende stråling.

C Når ustabile atomkjerner henfaller, sendes det ut ioniserende stråling.

D Når atomene blir for varme, sender de ut ioniserende stråling.

og;

7.103 Hvilken påstand om karbonisotopene er riktig?

A Alle karbonisotoper er radioaktive.

B Et karbon-12-atom har mindre masse enn et karbon-13-atom.

C Sukker bygd opp av karbon-14-atomer smaker annerledes enn sukker bygd opp av karbon-12-atomer.

D Vi kan skille karbonisotopene ved hjelp av destillasjon.

Begge disse eksemplene handler om å kontrollere påstander og vurdere hvilke som er korrekt.

3.2.2.9. Utvikling av sjette kategori – Skape

Skape er den siste og mest komplekse kategorien i koderammen og Krathwohls taksonomi. Kategorien er utviklet gjennom en konseptdrevet prosess, basert på Krathwohls taksonomi og

er ikke påvirket av datamaterialet. Jo høyere opp i hierarkiet utviklingsprosessen foregår, jo mindre preget av datasettet blir definisjonen. Dette skylder at læreverkene inneholdt svært få oppgaver i de komplekse kategoriene, noe som gjorde graden av datapåvirkning lav. Denne observasjonen diskuteres videre i diskusjonsdelen av masteroppgaven.

Skape tar for seg lærebokoppgaver som ber elevene; sette sammen elementer for å danne en helhet, sammenheng eller lage et originalt produkt; generere; planlegge; eller produsere. I praksis betyr dette oppgaver der elevene planlegger forsøk, formulerer hypoteser eller setter sammen elementer til noe nytt. Tidlig i utviklingsprosessen ble det engelske verbet «**create**» oversatt fra Krathwohls taksonomi til det norske verbet «**lage**». I testanalysene viste det seg at verbet «**lage**» ikke var spesifikt nok til den mest komplekse kognitive prosessen. Verbet «**lage**» kodet for eksempel oppgave **1.407 b**), fra eksemplene i del 3.2.2.6., inn i den mest komplekse kognitive kategorien, til tross for at den egentlig bør kategoriseres i *Anvende*. Som kvalitativ analytiker og ansvarlig for tolkningen av oppgavene, synes jeg det var vanskelig å forsvare handlingen, «tegne et tankekart», som en av de meste komplekse kognitive prosessene en elev kan vise. Oversettelsen av verbet «**create**» ble derfor endret til *Skape*. Verbet *å skape*, er noe mer enn *å lage*. Verbet *å skape* assosieres i større grad med kreativitet og originalitet, enn verbet *å lage*. Dette gir muligheten til å kode oppgaver med verbet *å lage* inn i kategorier med høy eller lav grad av kompleksitet, på bakgrunn av en vurdering om hva oppgaven egentlig etterspør. Lærebokoppgaver som kodes inn i kategorien *Skape* er for eksempel:

«**1.105** Jern ruster i fuktig luft, og det ruster raskere i saltvann enn i ferskvann. Planlegg en utforskning som gir svar på hvordan hver av de ulike variablene (luft, ferskvann og saltvann) virker inn på rusting» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 35).

I oppgave **1.105** må elevene sette seg inn i tema og planlegge en utforskning eller et mindre forsøk, for å finne ut hvordan forskjellige variabler virker inn på oksidering av jern. Elevene må være kreative, anvende kunnskap, analysere og planlegge. Summen av dette legger opp til at eleven må prestere på det høyeste kognitive nivået. Andre eksempler på oppgaver i denne kategorien er;

«**1.2.3** Hvordan ville du planlagt et forsøk som hadde som mål å undersøke hypotesen «Menn går raskere enn kvinner»?» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 30);

«**1.2.4** Hvordan ville du planlagt et forsøk som hadde som mål å undersøke hypotesen «Søvnkvaliteten til ungdom påvirkes av skjermtiden siste to timer før leggetid»?» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 30);

«**7.305** Bruk programmering og tilfeldige tall til å lage en modell for halveringstid. Du kan for eksempel tenke deg en 12-sidet terning og gjenta eksperimentet beskrevet i eksempel 8» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 265).

Oppgave **1.2.3** og **1.2.4** er på samme måte som eksempel **1.105**, en oppgave som ber elevene planlegge et forsøk. I disse eksemplene skal elevene undersøke hypoteser og må dermed bruke kreativitet og logikk. Slike oppgaver er åpne og lar elevene skape noe helt nytt, i form av egne forsøk.

Oppgave **7.305** ber elevene lage en kode som anvender tilfeldige tall for å lage en modell for halveringstid. Det er uendelig mange måter å skrive et slikt program, og kun kreativiteten setter grenser. Elevene har mulighet til å skape noe nytt og eget.

En annen type oppgave som kodes inn i *Skape*, er presentasjonsoppgaver. Disse oppgavene ber elevene sette seg inn i et tema, enten ved bruk av læreboka, internett eller andre hjelpemidler, for så å be elevene forberede, lage, eller planlegge en presentasjon for klassen. Det finnes flere måter å planlegge og lage en presentasjon på. Her står elevene fritt til å bruke kreativiteten for å lage et produkt til klassen. Eksempler på slike oppgaver er:

«**2.2.6** Bruk internett og finn ut hvordan vi kan bruke ultralyd til medisinske undersøkelser. Forbered en kort presentasjon for klassen» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 66);

«**2.8.5** Finn ut hva kryptovaluta er, og hva som menes med å utvinne kryptovaluta. Hva tenker du om at ulike selskaper ønsker å opprette egne datasentre for å bruke mye av kapasiteten til utvinning av kryptovaluta? Lag en kort presentasjon for klassen» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 68);

og «**7.6.5** Bruk internett og finn ut mer om hva forskerne på CERN driver med. Forbered en kort presentasjon av CERN» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 216).

Felles for disse eksempeloppgavene er at elevene må finne og vurdere informasjon om et team, for så å lage en presentasjon for klassen. Det krever at elevene er kildekritiske med informasjonen fra f.eks. internett, og kreative i planleggings-, genererings- og presentasjonsprosessen. Å lage en presentasjon gir elevene mulighet til å skape noe nytt. De skal lage plakater, Podkast, PowerPoint eller filmer.

3.2.2.10. Revurdere og ekspandere

Revurdere og ekspandere er det siste punktet i **steg 3**. Schreier (2012) forteller at dette punktet handler om å finne og knyte sammen «løse ender» i koderammen. Her er forskeren nødt til å gå gjennom hvert punkt, igjen og igjen, for å være sikker på at all relevant data blir fanget opp av koderammen. Det er i denne delen av analysen beslutningsreglene formuleres og kategoridefinisjonene justeres. Beslutningsregler er veiledere for forskeren som skal kode. Det er et hjelpemiddel for å plassere en kodingsenhet i riktig kategori, utover definisjonene av kategoriene. I denne masteroppgaven er det formulert beslutningsregler for å skille mellom grammatisk tilsvarende oppgaver, mellom kategoriene *Reprodusere* og *Forklare*. Beslutningsreglene gikk ut på å sjekke fasitsvar og fagtekstene til tema, for å se om oppgavene kun hadde et bestemt fasitsvar som kan kopieres fra fagteksten, eller om elevene må formulere et sammensatt svar, med egne ord, fra ulike konsepter eller beskrivelser. Beslutningsregelen ble utdypet i del 3.2.2.5.

Revurdere og ekspandere er en del av en større iterativ prosess som forklares og utdypes i del 3.2.4.1 - Test, evaluering og modifikasjon av koderammen.

3.2.3. Kodingsenheter

Steg fire, i Figur 3, handler om å dele datamaterialet inn i mindre enheter, *kodingsenheter*, som kan plasseres direkte inn i koderammen (Johannessen et al., 2005; Postholm & Jacobsen, 2018; Schreier, 2012). Inndelingen skjer ved hjelp av enten formelle- eller tematiske kriterier (Schreier, 2012, s. 134). Inndeling av datamaterialet etter formelle kriterier er en prosess der dataen deles opp etter en konkret indre struktur. Konkrete strukturer er eksempelvis oppgaver i læreboka med en klar start og slutt på kodingsenheten. Videre forteller Schreier (2012) at dersom forskeren ønsker å dele opp etter tema, uavhengig av datamaterialets indre struktur, er det gunstig å bruke tematiske kriterier. Et eksempel på tematisk inndeling kan være en analyse der forskeren ser på UBU-kompetanser på tvers av lærebokens indre kapittel-struktur.

I denne masteroppgaven er det brukt en kombinasjon av formelle- og tematiske kriterier. I første omgang ble datamaterialet valg på bakgrunn av fysikk-kompetansemålene i læreplan. Denne utvelgelsen er tematisk da lærebøkene ikke er direkte bygd på kompetansemål, men følger en lignende struktur. Deretter ble selve lærebokoppgavene valgt etter formelle kriterier.

I de første analysene ble kodingsenhetene definert av lærebøkens indre oppgavestruktur med nummererte oppgaver delt inn i a), b), c) osv. Denne delen av utvelgelsen er forklart i del 3.2.2.1. Eksempelvis er oppgaven i Figur 11 en oppgave som deles inn i tre kodingsenheter etter lærebokens indre struktur.

7.204
Hva slags strålingstype er det som blir sendt ut i disse reaksjonene?

a ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$

b ${}^{99}_{43}\text{Tc-m} \rightarrow {}^{99}_{43}\text{Tc} + \text{energi}$

c ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$

Figur 11: Oppgave 7.204 i tema Radioaktivitet fra Naturfag SF (Brandt et al., 2020, s. 264).

Etter testanalysene viste deg seg at flere av oppgavene var sammensatte, noe som førte til feilkilder i resultatene. Sammensatte oppgaver er lærebokoppgaver som ber eleven gjøre mer enn en ting. Dette var tilfelle for rundt 60 av oppgavene på tvers av lærebøkene. Et godt eksempel på dette er oppgave **7.304** i *Naturfag SF*, se Figur 12.

7.304 (aktivitet)
Ta to tomme plastflasker og lag et lite hull ned mot bunnen av den ene flasken og et stort hull i den andre. Hold for hullene mens du fyller flaskene med vann. Så slipper du. Hvilken flaske har lengst halveringstid?
Flaskene kan være en modell av radioaktiv halveringstid. Diskuter modellen. Hva er likt, og hva er ulikt mellom modell og virkelighet?



Figur 12: Oppgave 7.304 i tema Radioaktivitet fra Naturfag SF (Brandt et al., 2020, s. 265). Eksempel på en oppgave bestående av flere kodingsenheter.

De første analysene kodet oppgave **7.304** som én kodingsenhet, etter den maksimale kognitive prosessen lagt til rette for av lærebokoppgaven. I eksempelet på Figur 12 er den mest komplekse kognitive prosessen å *diskutere*, og oppgaven kodes derfor inn i kategorien *Vurdere*. Dette skapte problemer i resultatene. Statistikken i resultatene ikke stemte helt overens med helhetsinntrykket jeg sett igjen med av lærebøkene. Jeg valgte derfor å gjøre en tematisk justering i den formelle strukturen til kodingsenhetene. Oppgavene deltes nå opp etter de kognitive prosessene oppgaven legger til rette for, gjennom å tolke verbene og setningene helhetlig. Oppgave **7.304** (Figur 12) deles derfor opp i **fire** kodingsenheter, for å mer nøyaktig beskrive hvilke kognitive prosesser oppgaven legger til rette for. Den første kodingsenheten, «Ta to tomme plastflasker og lag et lite hull ned mot bunnen av den ene flasken og et stort hull i den andre. Hold for hullene mens du fyller flaskene med vann. Så slipper du», kodes i kategorien *Anvende*, siden oppgaven ber elevene gjennomføre en prosedyre og følge en oppskrift. Den andre kodingsenheten, «Hvilken flaske har lengst halveringstid?», kategoriseres som *Forklare*, da eleven må sammenligne det som skjer med hver flaske etter at du slipper. Den tredje kodingsenheten, «Flaskene kan være en modell av radioaktiv halveringstid. Diskuter modellen», kategoriseres som *Vurdere*. Diskusjonsoppgaver kategoriseres som *Vurdere*, fordi en diskusjon med en annen person vil inneholde en form for kildekritikk, kontroll av påstander og argumentasjon. Den siste kodingsenheten, «Hva er likt, og hva er ulikt mellom modell og virkelighet?», kategoriseres også som *Forklare*, siden spørsmålet handler om å sammenligne.

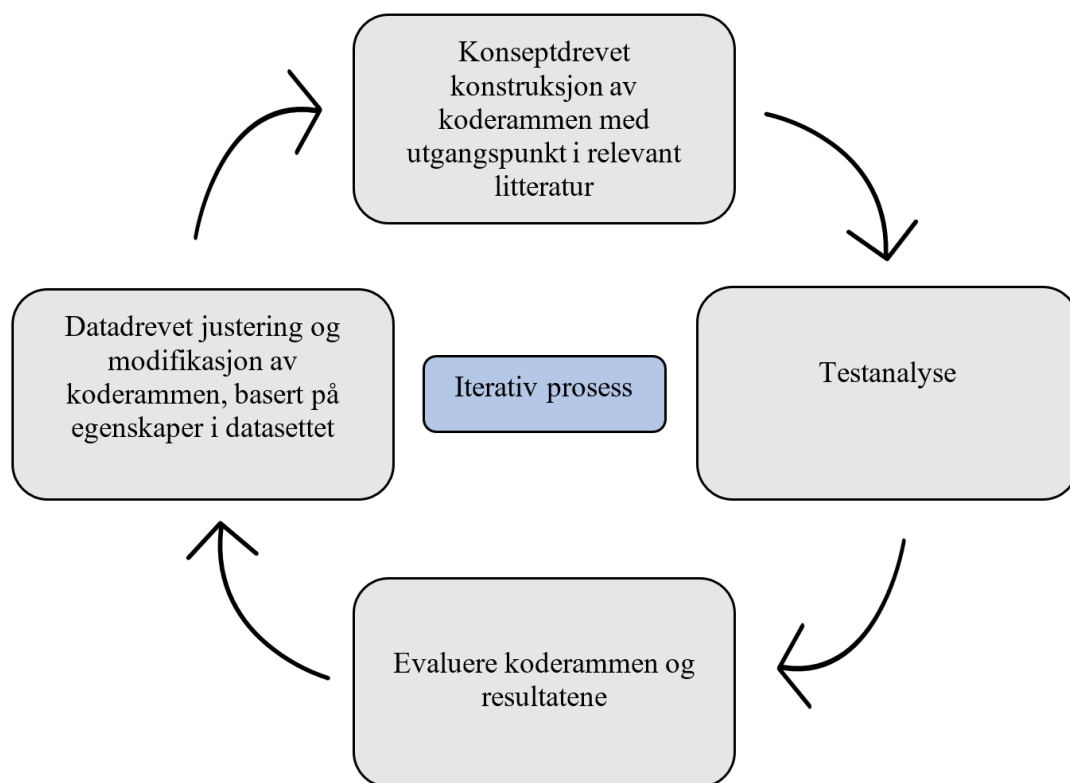
3.2.4. Test av koderammen

Steg fem og seks går ut på å teste koderammen, for så å evaluere og modifisere ut ifra resultatene og erfaringene som tilegnes i testanalysene. Her handler det om å gjenta steg 1-5, helt til koderammen tilfredsstillende målet for forskningen og besvarer analyse spørsmålet. I dette steget skal også validitet og reliabilitet vurderes og evalueres.

3.2.4.1 Test, evaluering og modifikasjon av koderammen

Test, evaluering, justering og modifikasjon av koderammen skjer gjennom en *iterativ prosess*, se Figur 13. En iterativ prosess er en arbeidsmetode som anvendes ved å hele tiden teste og modifisere produktet for å øke kvaliteten. Schreier (2012) forklarer at det er helt essensielt å jobbe iterativt i en kvalitativ innholdsanalyse. Med store datasett kommer et stort ansvar, og

det er forskeren som er ansvarlig for å fange opp flest mulig kodingsenheter i riktig kategori. I konstruksjonen av koderammen for fysikkrelaterte oppgaver og kognitive prosesser, var utgangspunktet konseptdrevet, basert på Krathwohls taksonomi. Gjennom den iterative prosessen i Figur 13, ble koderammen testet og modifisert flere ganger, basert på egenskaper og tilpasninger i datasettet.



Figur 13: Iterativ prosess for test, evaluering og modifikasjon av koderammen.

De første rundene med modifikasjon var fokusert på koderammens helhet, for å sikre at mesteparten av kodingsenheter ble plukket opp og plassert i kategoriene. Den første utgaven av den endelige koderammen var konseptdrevet og kategoriene ble navngitt og definert, basert på Krathwohls taksonomi. Etter flere testanalyser og evalueringer ble koderammen justert og modifisert på bakgrunn av datasettets egenskaper, form, formuleringer og verbbruk. I den iterative prosessen ble kategoriene *Huske* endret til *Reprodusere* og *Forstå* endret til *Forklare*, basert på en konsept- og datadrevet modifikasjon. Etter flere runder med test og modifikasjon

av koderammen, valgte jeg også å legge til regneoppgaver i kategori 3 og diskusjonsoppgaver i kategori 5. Valget med å splitte lærebokens formelle oppgavestruktur til mindre og mer spesifikke kodingsenheter, ble gjort på bakgrunn av flere testanalyser og vurdering av resultater.

Schreier (2012) legger i tillegg vekt på at den iterative prosessen med å ferdigstille koderammen, er en umulig og uendelig prosess. Det vil alltid være noe som kan forbedres, endres eller revurderes. På et tidspunkt må forskeres selv velge å si seg fornøyd, eller ferdig. Forskeren må deretter sette seg inn i mulige forbedringer, og diskutere hvorfor og hvordan endringer kan gjøres for å styrke koderammen til videre forskning. Denne delen av prosessen tar for seg hva som kunne eller burde blitt gjort annerledes, til hjelp for seg selv og andre forskere i fremtidig studier. Den endelige koderammen brukt i analysen av fysikkrelaterte lærebokoppgaver, i denne masteroppgaven, er fremstilt i Figur 6, med tilhørende kategoridefinisjoner i Tabell 1.

3.2.4.2 Reliabilitet og validitet

Som kvalitativ analytiker står jeg ansvarlig for tolkningen av datamaterialet og kategoriseringen. Det er derfor viktig å ha gode definisjoner av kodenivåene, slik at andre kan gjenskape de samme resultatene. Dette underbygger det viktige forskningsprinsippet om *reliabilitet*. Reliabilitetsgraden viser til i hvilken grad denne forskningen kan gjenskapes av andre, på et annet tidspunkt.

Graden av *validitet* viser om forskningen er sannferdig og korrekt, rent faktisk. Jeg, som kvalitativ analytiker, står ansvarlig for hvordan koderammen blir formet og derfor hvilke resultater analysen gir. Dette er et stort ansvar, som gjør det svært viktig å vektlegge åpenhet i utviklingen av koderammen og i gjennomføringen av analysen, for å sikre høy grad av validitet.

En grunn til å velge kvalitativ innholdsanalyse i masteroppgaven er fordi metoden gir mulighet for å analysere flere lærebøker med den samme koderammen. Koderammen konstrueres basert på teori fra relevant didaktisk litteratur og metoden er i stor grad anvendt i tilsvarende forskning. Konstruksjonen og bruken av koderammene gjøres transparent, slik at koderammen kan anvendes likt på alle lærebøker og for at andre forskere/lesere kan gjenskape de samme resultatene. Det finnes likheter mellom resultatene i denne analysen og andre studier av lærebokoppgaver. I diskusjonsdelen av masteroppgaven vises det til en sammenligning mellom

egen analyse og analysen til Andersson-Bakken et al. (2020). Et eksempel kan være at reproduserende oppgaver utgjør en dominerende kategori, både hos Andersson-Bakken et al. (2020) og i mine funn. Dette er med på å gi forskningsprosessen større grad av reliabilitet og validitet.

I en lærebokanalyse er metoden svært viktig. Det er derfor gjort et forsøk på å formidle og presentere hele forskningsprosessen, metodeoppsettet og kodingen, for å øke graden av validitet og reliabilitet.

Reliabiliteten er et uttrykk for hvor pålitelige data vi har, og hvor nøyaktig datainnsamlingen er foretatt. Validiteten viser i hvilken grad vi har data som er gyldige eller relevante for de problemstillingene som skal belyses. Ved hjelp av ulike metoder kan reliabiliteten og validiteten testes, vurderes og til dels beregnes. (Grønmo, 2020).

Den vanligste måten å teste reliabilitet på, er at andre forskere gjennomfører den samme analysen for så å sammenligne resultatene. I en masteroppgave er det vanskelig å undersøke reliabiliteten, da det ikke er mulighet for flere forskere til å gjennomføre den samme analysen, for å dobbeltsjekke resultatene, innenfor tiden masteroppgaven skal skrives på. Dette er en svakhet med kvalitativ innholdsanalyse, innenfor rammene i en masteroppgave. I del 3.1.2. forklarte jeg at forskerens forståelse av teori, kontekst, empiri og bakgrunn, vil påvirke en kvalitativ tolkning av et datasett, noe som kan svekke reliabiliteten i QCA. Denne erkjennelsen er grunnen til at koderammen er så viktig (Schreier, 2012). En perfekt koderamme vil i teorien gjøre at forskere vil kode datasettet likt. Som nevnt tidligere i del 3.2.4.1, finnes ikke den perfekte koderammen i praksis, og forskeren må derfor jobbe med å minimere usikkerheten i forskningen. Desto bedre koderammen er, jo større reliabilitet har den kvalitative forskningen. Koderammen er det viktigste verktøyet. Reliabiliteten i QCA måles i hvor stor grad en annen forsker, på et annet tidspunkt, bruker koderammen og får tilsvarende resultater.

I denne masteroppgaven har en annen masterstudent, som også spesialiserte seg i QCA og lærebokanalyse, vært med å kontrollere et tilfeldig utvalg av oppgavene. Dette har vært et fruktbart samarbeid og vil mest sannsynlig øke reliabiliteten og validiteten.

Christoffersen og Johannessen (2012) forklarer at validitet i QCA handler om koderammens egenskap til å fange opp kodingsenhetene som er relevante for problemstillingen. Med andre ord kan validitet forklares som dataens relevans for forskningsproblemstilling. I hvilken grad

er utvalget av kodingsenheter, og kategoriseringen av disse, representativt og relevant for problemstillingen? Analyse spørsmålet i denne masteroppgaven er relativt konkret, og lærebokoppgavene har vært enkle å finne i lærebøkene. Koderammen løser arbeidsoppgaven på en god måte, da det er godt definerte kategorier og beslutningsregler som plasser kodingsenheterne inn i sine respektive kategorier. Kategoriene har et solid teorigrunnlag i Krathwohls taksonomi, med fornuftige og godt dokumenterte datadrevne modifikasjoner.

Analysen kan ikke si noe om lærebøkene helhet, i forbindelse med kognitive prosesser, da lærebøker består av mye mer enn bare oppgaver. I diskusjonsdelen av masteroppgaven tas det opp hvordan analysen og koderammen kunne inkludert flere elementer i læreboka, og hvorfor dette kunne vært gunstig i et større forskningsprosjekt.

3.2.5. Hovedanalyse og resultater

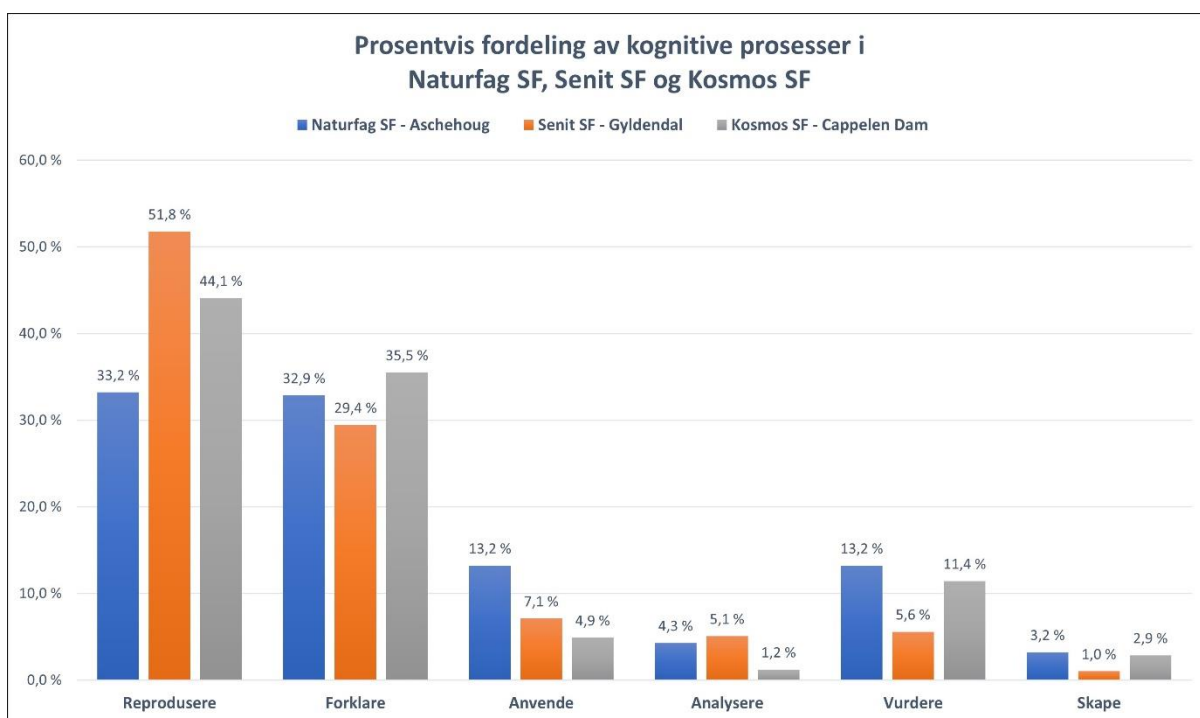
Siste steget er gjennomføringen av den kvalitative innholdsanalysen, med den ferdigstilte koderammen. I **steg syv og åtte** analyseres datamaterialet ved å anvende koderammen, ferdig konstruert og finpusset i steg 1-6. Her blir også resultatene tolket, fremstilt og forklart. Når koderammen er klar, går man gjennom datamaterialet og koder alle kodeenheterne inn i sine respektive kategorier. Hovedanalysen var relativt rask og presis, ettersom kodingsenheterne allerede har blitt kodet flere ganger, gjennom den iterative testfasen. Analysen skjer ved at hver enkelt kodingsenhet blir analysert for seg, plassert inn i riktig kategori, basert på kriterier og beslutningsregler.

Videre presenteres og beskrives funnene i analysen. Resultatdelen tar for seg den prosentvise fordelingen av kognitive prosesser i lærebøkene, individuelt og samlet. Til slutt diskuteres metoden, resultatene og forsknings spørsmålet i diskusjonsdelen.

4. Resultater - Analyse

4.1. Prosentvis fordeling av kognitive prosesser i norske naturfagslærebøker

Resultatdelen av masteroppgaven presenterer og forklarer funnene i analysen, basert på analyse spørsmålet: «Hvilke kognitive prosesser stimulerer ulike lærebokoppgaver til?». Funnene besvarer analyse spørsmålet og har som hovedoppgave å danne et argumentasjonsgrunnlag for diskusjonen rundt forskningsspørsmålet. Resultatdelen er strukturert ved først å presentere funnene innenfor hver kategori, før en samlet presentasjon av gjennomsnittet og trenden i datasettet. Funnene presenteres prosentvis, ettersom antall oppgaver i hver lærebok var forskjellig.



Figur 14: Prosentvis fordeling av de kognitive prosessene som kreves for oppgaveløsning av lærebokoppgavene i de tre naturfagsbøkene, Naturfag SF, Senit SF og Kosmos SF, med hensyn på fysikk-kompetansemålene.

I Figur 14 ser vi den prosentvise fordelingen av kognitive prosesser i de tre lærebøkene. *Naturfag SF – Aschehoug* er representert i blått, *Senit SF – Gyldendal* i oransje, og *Kosmos SF – Cappelen Damm* i grått. Diagrammet viser den prosentvise fordelingen innenfor hver kategori, for hver lærebok. Hensikten med å fremstille resultatene prosentvis er for å holde fokuset på fordelingen av oppgaver innfor hver kognitiv prosess, og ikke det faktiske antallet oppgaver. For eksempel viser diagrammet en stor forskjell mellom *Senit SF* og *Naturfag SF* i den første kategorien, *Reprodusere*. Det er fordi *Senit SF* har en større andel av alle oppgavene

i denne kategorien. *Naturfag SF* har flere lærebokoppgaver totalt, med kun 9 oppgaver mindre i den første kategorien, enn *Senit SF*. Dette betyr at en forskjell på 9 oppgaver mellom lærebøkene utgjør en stor forskjell i den prosentvise fordelingen. *Naturfag SF* har nesten 50% flere oppgaver enn *Senit SF* (se Tabell 2), noe som gjør den prosentvise fordelingen er mer interessant å se på, enn å se på antall oppgaver.

Tabell 2: Tabell med antall kodingsenhet i hver kategori. Resultattabell.

Resultat	Reprodusere	Forklare	Anvende	Analysere	Vurdere	Skape	Totalt
Naturfag SF - Aschehoug	93	92	37	12	37	9	280
Senit SF - Gyldendal	102	58	14	10	11	2	197
Kosmos SF - Cappelen Dam	108	87	12	3	28	7	245
Summen	303	237	63	25	76	18	722

Videre i resultatdelen blir funnene innenfor de seks kategoriene presentert hver for seg. Til slutt legges det frem et samlet resultat som ser på den gjennomsnittlige fordelingen innenfor hver kategori, for å si noe om trenden i datasettet.

4.1.2. Reprodusere - resultater

Den første kategorien, **Reprodusere**, inneholder den største andelen oppgaver for alle tre lærebøkene. Likevel er det den kategorien med størst prosentvis forskjell mellom lærebøkene. *Senit SF* har flest reproduserende oppgaver med over halvparten av lærebokoppgavene, 51,8%, i denne kategorien. Analysen avslører at 44,1% av oppgavene i *Kosmos SF* er reproduserende, mens kun 33,2% av oppgavene i *Naturfag SF* kodes inn i denne kategorien. Det er nesten 20 prosentpoeng forskjell mellom antall reproduserende oppgaver i *Naturfag SF* og *Senit SF*. En annen ting som er felles for oppgavene i første kategori, utenom den relative frekvensen, er *hvor* disse oppgavene befinner seg i lærebøkene. De reproduserende lærebokoppgavene kom som regel tidlig i oppgavesettene til hvert hoved- og undertema. De første oppgavene handlet som regel om å reprodusere definisjoner og begreper. Kontrollspørsmålene innad i kapitlene til *Senit SF* og *Kosmos SF*, utgjør en stor del av oppgavene i denne kategorien. *Naturfag SF* har ingen form for kontrollspørsmål innad i kapitlene. Denne typen spørsmål er ofte

reproduserende oppgaver. Dette kan være en del av forklaringen til at andelen reproduserende oppgaver totalt sett er så lav i *Naturfag SF*, sammenlignet med *Senit SF* og *Kosmos SF*.

Oppgavetyperne vi finner igjen i denne kategorien er lærebokoppgaver som ber eleven gjengi en definisjon, begrep eller gitt enhet, f.eks.;

«**5.** Hvilken måleenhet bruker vi for å måle radioaktivitet?» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 199);

og «**1.** Hvilke typer stråling inngår i EM-spekteret?» (Senit SF av Svendsen et al., 2020, s. 168).

For å besvare oppgave **5.** og **1.** må elevene reprodusere faglig informasjon fra læreboka, eller huske det de har lest tidligere. Lærebokoppgavene krever ingen kompleks kognitiv prosess.

Lærebokoppgaver som ber elevene gjenfortelle noe fra hukommelsen kodes også inn i første kategori, *Reprodusere*, da det kun krever at eleven *husker* og innebærer lav kognitiv kompleksitet. Denne argumentasjonen finner vi igjen i Krathwohl (2002). Et eksempel på en slik oppgaver er:

«**1.3.1** Vi kan se på en barbie-dokke som en modell av menneske. **c.** Kommer du på noen leker du hadde som barn, som vi kan se på som modeller?» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 31).

Her må elevene tenke tilbake til barndommen og reprodusere minner som er relevante for å besvare oppgaven.

4.1.2. Forklare - resultater

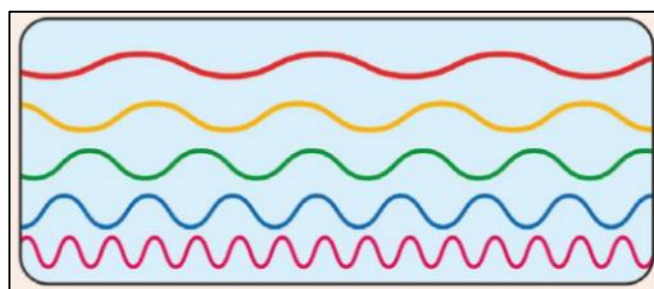
I kategori 2, *Forklare*, er det større likhet i fordelingen mellom lærebøkene, enn i første kategori. For alle tre lærebøkene er dette den nest største kategorien, med 32,9% av oppgavene i *Naturfag SF*, 29,4% av oppgavene i *Senit SF*, og 35,5% av oppgavene i *Kosmos SF*, se Figur 14. Både *Senit SF* og *Kosmos SF* har færre oppgaver i den andre kategorien, enn i den første. *Naturfag SF* synker kun med 0,3 prosentpoeng fra første til andre kategori. Fordelingen mellom de to kategoriene i *Naturfag SF* kan derfor anses som relativt like.

Eksempler på oppgaver som kodes inn i denne kategorien er forklaringsoppgaven, eksemplifiseringsoppgaven og sammenligningsoppgaven;

«7. Forklar påstanden: det er kun falsifisering av en teori som bringer vitenskapen videre» (Senit SF av Svendsen et al., 2020, s. 28);

«1.409 Finn noen eksempler på at føre-var-prinsippet kan føre til interessekonflikter» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 38);

og «6.206 Hvilken kurve nedenfor har størst bølgelengde? Vi antar at figuren viser hvordan bølgen brer seg i løpet av 10 sekunder. Hvilken bølge har høyest frekvens? (se Figur 15)» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 223).



Figur 15: Utklipp av figuren til oppgave 6.206 «Hvilken kurve nedenfor har størst bølgelengde?» i Naturfag SF (Brandt et al., 2020, s. 223).

Oppgave 7. ber elevene forklare en påstand. Slike oppgaver legger opp til at elevene må bruke egne ord og formuleringer til å *forklare* påstanden, da en forklaring er noe mer enn å bare gjengi en definisjon. En forklaring er ofte formulert med sammensatt informasjon og eksempler.

Oppgave 1.409 ber elevene finne eksempler, noe teorien og koderammen forbinder med den kognitive prosessen *Forklare*.

Oppgave 6.206 handler om å sammenligne de forskjellige kurvene for å si noe om hvilken som har lengst bølgelengde og høyest frekvens. Denne oppgaven er i tillegg et eksempel på en oppgave som er delt i to kodingsenheter, «Hvilken kurve nedenfor har størst bølgelengde?» og «Hvilken bølge har høyest frekvens?». Det er to spesifikke spørsmål i lærebokoppgaven og den er derfor kodet som to oppgaver. Begge kodes inn i kategorien *Forklare*.

Andre eksempler på lærebokoppgaver i denne kategorien er oppgaver som ber eleven bruke én eller flere begreper og definisjoner for å forklare hvorfor noe gir mening i en gitt situasjon eller kontekst. Et eksempel på dette er:

«**6.304** Bruk begrepene bølgelengde og energitransport til å forklare hvorfor det kan være lurt å bruke en ropet når vi skal kommunisere til en stor folkemengde» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 224).

For å løse oppgave **6.304** må elevene sette sammen flere begreper for å formulere sin egen forklaring.

To andre eksempler i kategorien, *Forklare*, er oppgaver som gir elevene et fenomen, for så å be de forklare hva dette kan brukes til. For eksempel;

«**37** Ved å se på strålingskurver fra stjerner kan man si noe om temperaturen på stjernen. Forklar hvordan disse observasjonene kan brukes til å si noe om størrelsen på stjernene» (Senit SF av Svendsen et al., 2020, s. 202);

og «**6.502** En mikrobølgeovn sender elektromagnetisk stråling inn mot maten i ovnen. Forklare hvordan dette fører til at maten blir varm» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 225).

Eksempeloppgave **37** ber elevene forklare en sammenheng mellom observasjoner og strålingskurver, og temperaturer på stjerner. I **6.502** må elevene bruke kunnskaper om bølger for å forklare hvordan en mikrobølgeovn fungerer med egne ord.

4.1.3. Anvende - resultater

Det store fallet i antall oppgaver per kategori skjer når vi ser på resultatene for de fire mer komplekse kognitive prosessene. *Anvende* er kategorien som fanger opp lærebokoppgavene som ber elevene utføre en handling, eller gjennomføre en prosedyre eller fremgangsmåte. To eksempler på oppgaver som plasseres i denne kategorien er regneoppgaven;

«**7.1.4 a**) Regn ut energien til et foton med frekvens på $5,0 \cdot 10^{15}$ Hz» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 214);

og tegneoppgaven;

«**7.1.3 b**) Tegn en figur som viser hva som skjer inne i atomet når det sender ut stråling» (Kosmos SF av Heskestad et al., 2020, s. 214).

I oppgave **7.1.4 a**) må eleven anvende formelen for energi og frekvens for å finne energien til et foton med en gitt frekvens. Dette krever at eleven kan anvende basis algebrakunnskaper og sette riktig verdi på riktig sted.

Oppgave **7.1.3 b)** ber elevene tegne en figur. Figuren skal forklare hva som skjer inne i et atom når atomet sender ut stråling. Det er flere ulike strålingstyper som har forskjellige egenskaper. Her må eleven anvende kunnskap for å fremstille situasjonen korrekt.

Kategorien *Anvende*, fanget opp 13,2% av oppgavene i *Naturfag SF*, 7,2% i *Senit SF* og 4,9% i *Kosmos SF*. Resultatene i Figur 14 viser at det prosentvis er relativt store individuelle forskjeller mellom lærebøkene i denne kategorien. Dette kan forklares ved at de fleste oppgavene fanget opp i denne kategorien er regneoppgaver, noe *Naturfag SF* hadde mye av. Naturfag på Vg1 er et muntlig naturvitenskapelig fag og ikke et matematikkfag. Det er heller ikke nevnt regning, beregning eller noe matematikkrelatert i kompetansemålene i faget. Regning er derimot en grunnleggende ferdighet i læreplanens overordnede del og kanskje det viktigste verktøyet vi har i naturvitenskapen, noe som gjør regneoppgaver relevant i naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2020a, 2020b). Det faktum at regneoppgaver ikke står spesifikt i kompetansemålene kan være en forklaring på de store forskjellene mellom lærebøkene i denne kategorien.

En annen oppgavetype som er fremtredende i kategorien, *Anvende*, er det som kan kalles *mindre forsøk*. Mindre forsøk er av typen lærebokoppgaver som ber elevene følge en spesifikk fremgangsmåte, enten for å få resultater som skal tolkes eller demonstrere et fenomen.

Et eksempel på dette er oppgave **1.301**:

1.301 (utforsk) Bruk halvlitersflasker og fyll dem med vann uten å måle opp på forhånd. Hell deretter vannet over i litermål med desiliter og/eller milliliterskala for å bestemme et mest mulig nøyaktig volummål. Noter alle verdiene og bestem en gjennomsnittsverdi for målingene. Tenk nøye igjennom hvor mange siffer du bør ha med i svaret. Bestem også en verdi for usikkerheten i målingene. (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 37).

I denne oppgaven skal elevene følge en fremgangsmåte for å utføre et enkelt forsøk. Denne oppgaven er kodet som tre kodingsenheter. Den første kodingsenheten er å «gjennomføre forsøket, notere verdiene og regne ut gjennomsnittsverdien». Den andre kodingsenheten er å «tenke nøye gjennom hvor mange siffer som skal med i svaret», og den siste kodingsenheten er å «bestemme usikkerheten i målingene». Den første og tredje kodingsenheten kategoriseres i *Anvende*, mens den andre kategoriseres i *Vurdere*. Når eleven skal si noe om hvor mange

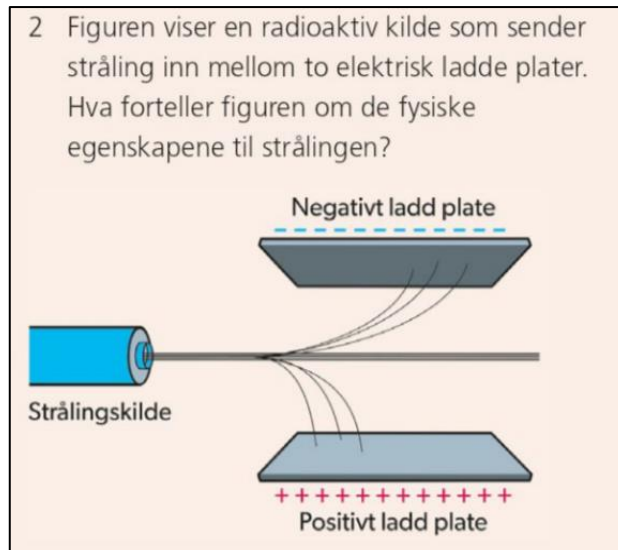
siffer som skal med i svaret, må eleven ta en **vurdering** ut ifra vitenskapelige standarder om hvor mange siffer som skal med i svaret. Den første kodingsenheten ber eleven utføre forsøket, notere ned resultatene og finne gjennomsnittet. Den tredje er også en utregningsoppgave, da eleven må regne ut usikkerheten. Begge disse kodingsenhetene havner i kategorien *Anvende*.

4.1.4. Analysere - resultater

Etter hvert som kompleksiteten i de kognitive prosessene øker, ser vi en markant nedgang i antallet oppgaver. Dette gjør at *Analysere*, kategori 4, er mindre representert i lærebøkene. Kategorien fanget opp 4,2% av oppgavene i *Naturfag SF*, 5,1% i *Senit SF* og 1,2% i *Kosmos SF*, se Figur 14.

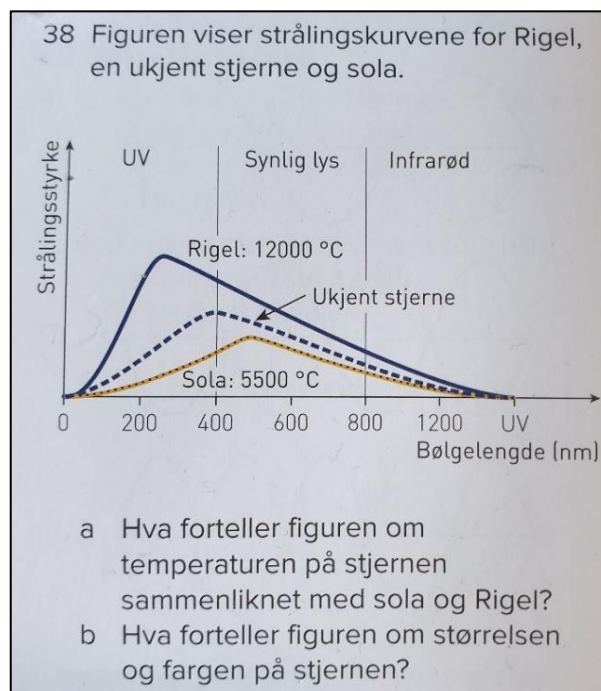
I *Kosmos SF* er dette den lavest representerte kategorien i hele læreboka. Det er omtrent én av hver hundrede oppgave som legger til rette for den kognitive prosessen, *Analysere*, ifølge lærebokanalysen. En refleksjon rundt dette resultatet handler om den hierarkiske oppbygningen av koderammen og Krathwohls taksonomi. Koderammen kategoriserer etter den maksimale kognitive prosessen en lærebokoppgave eller kodingsenhet legger til rette for. Grunnen til at *Kosmos SF* får svært få analyserende oppgaver i resultatene, kan skyldes at mange av oppgavene havner i neste kategori, *Vurdere*, fordi oppgavene forutsetter en form for vurdering. Koderammen og analysen i denne masteroppgaven lar ikke samme oppgave kategoriseres innenfor flere kategorier. Den hierarkiske oppbygningen til koderammen og teorigrunnlaget vil derfor kunne føre til at enkelte kategorier er underrepresentert i resultatene. Dette er gjeldende for hele koderammen, men ekstra tydelig i kategorien, *Analysere*. Oppdelingen fra bokens indre oppgavestruktur til egne kodingsenheter, slik beskrevet i del 3.2.4, reduserte denne usikkerheten, totalt sett. Noen oppgaver er formulert slik at eleven må både analysere og vurdere, uten at teksten kan deles opp i flere kodingsenheter. Dette er en direkte konsekvens av den hierarkiske oppbygningen av koderammen og Krathwohls taksonomi, da de mer komplekse nivåene kan inneholde kognitive prosesser fra mindre komplekse nivåer.

Figur 16 er et eksempel på en oppgave i kategorien *Analysere*. Oppgaven handler om hvordan de ulike strålingstypene oppfører seg forskjellig, og legger opp til at elevene må analysere for å «bryte materialet inn i dets bestanddeler og undersøke hvordan delene forholder seg til hverandre og til en overordnet struktur eller et formål» (Krathwohl, 2002).



Figur 16: Oppgave 7.201 i tema strålingstyper (Brandt, Hushovd & Tellefsen, 2020, s. 264).

For å løse eksempeloppgaven i Figur 16 må elevene bryte figuren opp i sine individuelle deler. Hvilke partikler består en strålingskilde av? Elevene må deretter bruke det de har lært om elektrisk ladning for å si noe om hvordan disse partiklene oppfører seg i elektromagnetiske felt. Elevene må derfor både se på figurens helhet og de individuelle delene for å si noe om de fysiske egenskapene til strålingen. To andre eksempeloppgaver fra kategorien *Analysere* er strålingskurveoppgavene **4.38 a)** og **4.38 b)**, vist i Figur 17.



Figur 17: Oppgave 4.38 a) og b) i tema Kunnskap om verdensrommet fra EM-stråling, fra Senit SF (Svendsen et al., 2020, s. 202).

For å løse eksempeloppgavene i Figur 17, må elevene analysere flere variabler for å besvare spørsmålene. For å kunne si noe temperatur, størrelse eller farge på den ukjente stjernen, må elevene gjennomføre en analyse av figuren, bryte de ulike bestanddelene ned til enkeltdeler, for så å se hvordan de passer inn i en overordnet struktur. Først da kan elevene finne sammenhengen mellom bølgelengder og synlig lys, størrelse og temperatur på stjernene.

4.1.5. Vurdere - resultater

Kategorien *Vurdere*, er den femte og nest mest komplekse kognitive prosessen i koderammen. Totalt sett er det i tillegg den kategorien med flest oppgaver av de fire mer komplekse kognitive prosessene. For *Kosmos SF* (11,4%) er det en økning i antall oppgaver fra både kategorien *Anvende* (4,9%) og *Analysere* (1,2%), mens *Senit SF* (5,6%) ligger lavere enn den gjorde i kategorien *Anvende* (7,1%) og en liten økning fra *Analysere* (5,1%), se Figur 14. *Naturfag SF* har prosentvis like mange oppgaver i denne kategorien som i *Anvende* (13,2%), og øker fra *Analysere* (4,5%).

Eksempler på oppgaver i denne kategorien er diskusjonsoppgaven;

«**1.411** Diskuter hvilke forbruksvalg du kan ta i hverdagen som er både økonomiske og miljøvennlige.» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 39);

og vurderingsoppgaven:

1.403 Støy er en form for lokal forurensning. På en arbeidsplass er det gjerne egne regler for når man er pålagt å bruke hørselvern. Undersøk om det er noen slike regler på skolen din. Selv om støynivået på en rockekonsert kan være langt høyere, er man ikke pålagt å bruke hørselvern. Hvorfor ikke? Argumenter ved å bruke det du har lært om risikovurdering. (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 38).

Oppgave **1.403** er et eksempel på en oppgave som er delt inn i to kodingsenheter. «... Undersøk om det er noen slike regler på skolen din.» er kodet som en egen oppgave i analysen og havner i den tredje kategorien, *Anvende*. Her blir eleven bedt om å utføre en prosedyre eller handling. Den siste delen av oppgaven, «... Selv om støynivået på en rockekonsert kan være langt høyere, er man ikke pålagt å bruke hørselvern. Hvorfor ikke? Argumenter ved å bruke det du har lært om risikovurdering», blir kategorisert som en vurderingsoppgave. Eleven må gjøre en

vurdering basert på bestemte kriteriene for støy og helse, samt vurdere regler for lyd i samfunnet for øvrig. Andre eksempler på lærebokoppgaver i kategorien *Vurdere* er;

«**7.512** Er stråling farlig? Diskuter med naturfaglige argumenter!» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 271);

«**1.100 (3)** Er det mulig å forsøke å motbevise disse påstandene:

A I alle klasser er det minst én elev som har bursdag den 13.

B Det betyr ulykke å ha bursdag den 13.» (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 35);

og;

«**1.102** Hvilke av hypotesene under er naturvitenskapelige, og hvilke er det ikke? Begrunn svarene dine!

A For å bli god til å spille fotball må man begynne å trene fotball før man er 6–7 år gammel.

B Livet vårt er styrt av hvordan stjernene og planetene stod plassert på himmelen da vi ble født.

C Det finnes en Gud.

D En strikk vil trekke seg sammen når den varmes opp.

E Antibiotika virker mot streptokokkinfeksjoner.

F Atomer er bygd opp av protoner, nøytroner og elektroner». (Naturfag SF av Brandt et al., 2020, s. 35)

Når elevene skal kontrollere påstander, slik som i oppgave **1.100** og **1.102**, må de gjøre vurderinger basert på vitenskapelige normer, regler og standarder. Det krever at elevene vurderer påstandene mot hverandre og argumenterer for hva som stemmer og hva som ikke stemmer.

4.1.6. Skape - resultater

Kategorien *Skape*, er den mest komplekse kognitive prosessen og den minst representerte i lærebøkene. Resultatene av analysen viser at kun 3,2% av oppgavene i *Naturfag SF*, 1,0% av oppgavene i *Senit SF* og 2,9% av oppgavene i *Kosmos SF*, legges til rette for *Skape* som kognitiv prosess. *Skape* handler om at elevene skal generere, planlegge, eller produsere. I lærebøkene finner vi blant annet kodingsenheter i denne kategorien i form av oppgaver som ber elevene planlegge forsøk, lage hypoteser og presentasjoner, f.eks.;

«**1.104** Hvilke variabler påvirker om bolledeigen hever seg? Planlegg en utforskning og formuler problemstillinger som kan gi svar på hvordan hver av de ulike variablene virker inn på hevingen» (Brandt et al., 2020, s. 35).

I dette eksempelet er oppgaven delt inn i to kodingsenheter. Det første spørsmålet, «Hvilke variabler påvirker om bolledeigen hever seg?» er kategorisert i første kategori, mens den siste delen «Planlegg en utforskning og formuler problemstillinger som kan gi svar på hvordan hver av de ulike variablene virker inn på hevingen», er kodet inn i sjettede kategori. Elevene må være kreative og generere fornuftige løsninger for å planlegge et suksessfullt forsøk og formulere gode problemstillinger.

Andre eksempler i denne kategorien er oppgavene;

«**12.** Hvordan vil du gå frem for å finne ut hvor mange vannlopper det er i et akvarium som rommer 100 liter?» (Senit SF av Svendsen et al., 2020, s. 28);

og «**33.** Lag en risikoanalyse av forsøket «Varm drikk i kopp»» (Senit SF av Svendsen et al., 2020, s. 29).

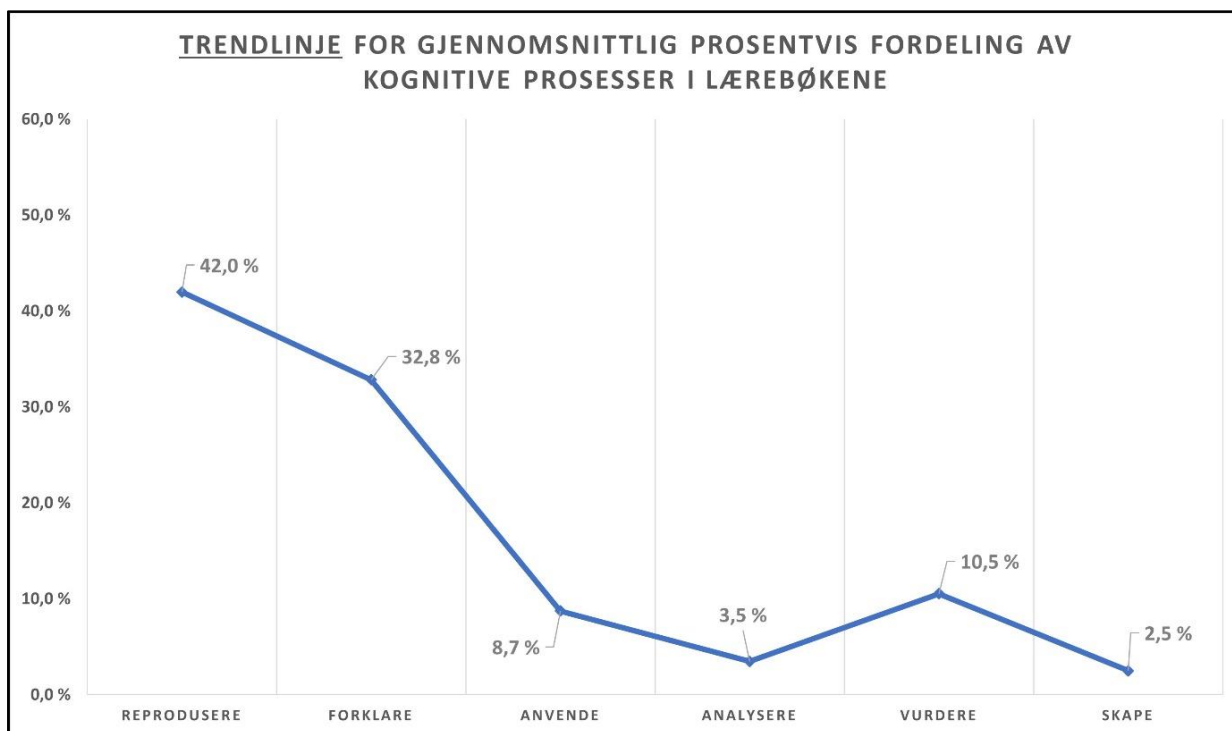
Planlegging av forsøk, som både **1.104** og **12.** går ut på, er oppgaver som legger til rette for den mest komplekse kognitive prosessen. Her må elevene være kreative, sette seg inn i tema, gjøre vurderinger og skape noe nytt. Oppgave **33.** ber elevene lage en risikoanalyse for et forsøk. En risikoanalyse krever at elevene er kreative og ser for seg flere scenarioer og tar høyde for alt som kan skje. Dette legger til rette for komplekse kognitive prosesser. Å formulere en risikoanalyse er å skape et nytt produkt.

Resultatene viser at det er svært få oppgaver i lærebøkene som legger til rette for den kognitive prosessen å skape hos elevene.

4.2 Samlede resultater og trenden i datasettet

Resultatene i både Figur 14 og Figur 18 viser en klar trend i datasettet der de laveste nivåene og minst komplekse kognitive prosessene er dominerende. Dette resultatet er ikke overraskende og stemmer godt overens med tidligere lærebokforskning. Videre i resultatdelen presenteres de gjennomsnittlige resultatene for hver kategori, på tvers av lærebøkene. Resultatene er fremstilt som en graf/trendlinje i Figur 18.

Den minst komplekse kognitive prosessen, *Reprodusere*, har størst representasjon med 42% av oppgavene. Deretter følger *Forklare* med 32,8%, før et stort dropp ned til den tredje kategorien *Anvende* (8,7%), og de andre mer komplekse kognitive prosessene. Det som bryter med den synkende trenden for mer komplekse kognitive prosesser i datasettet er mengden oppgaver i kategorien *Vurdere* (10,5%), som er omtrent tre ganger så stor som både *Analysere* (3,5%) og *Skape* (2,5%). Dette stemmer ikke bare for gjennomsnittet av alle tre lærebøkene, men også for hver enkelt lærebok.



Figur 18: Gjennomsnittlig trendlinje for prosentvis fordeling av kognitive prosesser i lærebøkene. Her er gjennomsnittet innenfor hver kategori presentert som en trendlinje for å visualisere den synkende trenden for mer komplekse kognitive prosesser.

Trendlinjen i Figur 18 gir en god oversikt over fordelingen av hvilke kognitive prosesser det legges til rette for i de ulike lærebokoppgavene. Det er størst representasjon av de mindre

komplekse kognitive prosessene, *Reprodusere* og *Forklare*. Det kan ha sammenheng med oppgavesettens funksjon i lærebøkene, sett i lys av en helhetsvurdering av læreboka. Lærebøkene er bygget opp etter strukturen: intro til kapittel, fagtekst etter tema, oppgaver, og til slutt aktiviteter/elevøvelser. Oppgaver er kun én av flere deler i lærebokas helhet. Det kan tenkes at de mer komplekse kognitive prosessene i større grad kommer til uttrykk i elevøvelsene og aktivitetene i læreboka. Refleksjonene rundt trendlinjen, oppgaver og andre deler av læreboka belyses nærmere i diskusjonsdelen under.

5. Diskusjon

Diskusjonsdelen av masteroppgaven er delt inn i tre deler. Først diskuteres metoden, deretter resultatene og til slutt drøftes forskningsspørsmålet. Diskusjonsdelen vurderer om metoden fungerte, i hvilken grad resultatene stemmer med tidligere forskning, samt hva resultatene kan fortelle om elevenes utvikling av den overordnede kompetansen, *kritisk tenking*?

5.1. Metode – diskusjon

I metodeteorien legges det vekt på datareduksjonsegenskapene ved kvalitativ innholdsanalyse. Metoden gir mulighet til å redusere store datasett ved å velge hva som er relevant datamaterialet. Denne utvelgelsen av data kan være en begrensning ved kvalitativ innholdsanalyse, da et helhetlig bilde av datasettet og konteksten kan gå tapt (Johannessen et al., 2005; Nilssen, 2012; Schreier, 2012). Som nevnt i del 4.2, er oppgavesettene kun en del av en helhetlig lærebok. Jeg antar at lærebokforfatterne og forlagene har et fokus på lærebøkens sammensatte helhet og ikke bare et fokus på hver enkelt del. Dette vil kunne forklare den lave representasjon av mer komplekse kognitive prosesser i oppgavesettene. Det kan være at lærebokforfatterne har flyttet de mest komplekse oppgave til *elevøvelser*, *aktiviteter* og *forsøk*, og vil derfor ikke ble fanget opp i analysen. Dersom kodingsenhetene i elevøvelsene, aktivitetene og forsøkene hadde vært med i datagrunnlaget, ville de nesten utelukkende blitt kategorisert i en av de fire mest komplekse kategoriene.

Eksempler på slike øvelser er forsøk **F 1.1 Såpebobler** (Figur 19), forsøk **6.5 Micro:bit og radio** (Figur 20) og forsøk **F 2.5 Resonans** (Figur 21).

F 1.1 Såpebobler

Hensikt

Vi skal undersøke om størrelsen på såpebobler har noe å si for hvor raskt de faller mot bakken.

Hypotese

Lag først en hypotese.

Framgangsmåte

Lag en detaljert plan for hvordan du vil utføre forsøket.

Resultater

Utfør forsøket som planlagt og noter resultatene.

Drøfting

Vurder resultatene. Hvilken konklusjon vil dere trekke basert på resultatene?

Figur 19: Forsøk F 1.1 Såpebobler i tema Naturvitenskap fra Kosmos SF (Heskestad et al., 2020, s. 33).

6.5 Micro:bit og radio

Ved hjelp av micro:bit og programmering skal du lage din egen radiosender og mottaker og kommunisere trådløst med andre i klassen.

Figur 20: Forsøk 6.5 Micro: bit og radio i tema Bølger fra Naturfag SF (Brandt et al., 2020, s. 227).

F 2.5 Resonans

Hensikt

Å utforske fenomenet resonans

UTSTYR

To like stemmegaffer med tilhørende kasser
(eventuelt en stemmegaffel med en annen tone)

Framgangsmåte og observasjoner

Plasser de to stemmegafflene i kassene ved siden av hverandre. Slå forsiktig på ene stemmegaffelen slik at vi hører tonen fra stemmegaffelen. Bruk så hånda di og stopp stemmegaffelens vibrasjoner. Lytt til lyden fra den andre stemmegaffelen. Hva hører du?

Skriv en konklusjon.

Tenk videre

Bruk to ulike stemmegaffer. Hva observerer du?

Figur 21: Forsøk F 2.5 Resonans i tema Bølger fra Kosmos SF (Heskestad et al., 2020, s. 72).

De tre eksempelforsøkene viser hvordan lærebøkene fremstiller denne delen av læreboka. Ut ifra Figur 19, Figur 20 og Figur 21, basert på metodeteorien, ville de tilhørende kodingsenhetene hatt stor representasjon i de mest komplekse kategoriene. Elevene må anvende fremgangsmåter, risikovurdere, formulere hypoteser, planlegge utforskninger, designe programmer og tolke fenomener. Jeg ønsker derfor å argumentere for å inkludere denne delen av læreboken, i videre forskning på lærebokoppgaver. I tillegg hadde det vært interessant å se på lærerens bruk av denne delen av læreboka. Blir forsøkene gjennomført, vil de i så fall komme etter lærestoffet er gjennomgått, eller lar man elevene gjøre egne empiriske undersøkelser før man presenterer den teoretiske delen av lærestoffet. Chinn og Malhotra (2002) argumenterer for at lærebøkene ikke introduserer autentiske forskning og at elevene ikke blir utsatt for motstridende empirisk data eller teorier.

Forsøkene, aktivitetene og elevøvelsene formuleres og presenteres på samme måte som oppgavesettene, men er delt inn i andre kategorier, basert på lærebøkens indre struktur. Skulle jeg utført forskningsprosjektet på nytt, videreutviklet koderammen eller gjort en stor endring i denne masteroppgaven, kunne det vært å inkludere forsøkene, aktivitetene og elevøvelsene i analysen. Intensjonen bygger på et ønske om en mer helhetlig vurdering av læreboka og de kognitive prosessene som det legges til rette for. I diskusjonsdelen til resultatene, del 5.2, argumenteres det for hvordan en endring av koderammen og analysen, kan påvirke resultatene.

Resonnementet kan strekkes enda lengere og gi opphav til påstanden; en helhetlig analyse av læreboka krever at alle elementene blir analysert. Modeller, tekst, struktur, grammatikk, farger og alt annet som gjør en lærebok til en lærebok. Grunnen til at jeg velger å dra frem forsøkene, aktivitetene og elevøvelsene, er at dette er elementer som kan påstås å være lærebokoppgaver, på lik linje med oppgavesettene. Det vil derfor være mer naturlig å inkorporere forsøkene, aktivitetene og elevøvelsene i en utvidet analyse og koderamme. Forsøkene, aktivitetene og elevøvelsene følger den samme indre strukturen som oppgavesettene, og de består av elementer som ber elevene gjøre noe. Veien fra kun oppgavesett til både oppgavesett, forsøk, aktiviteter og elevøvelser er derfor enklere, enn å se på helt andre elementer i læreboka. Jeg kunne på en enkel måte utvidet koderammen til å inkludere forsøkene, aktivitetene og elevøvelsene som egne kodingsenheter.

Et begrep introdusert i metodeteorien var *beslutningsregler*. Hensikten med beslutningsregler er å skape et hjelpemiddel som kan anvendes når en kodingsenhet er vanskelig å kategorisere. Behovet for å benytte beslutningsregler dukket opp da kodingsenhetene ikke på en klar måte

klarte å kategorisere bestemte oppgaver. Dette gjaldt spesielt kategoriene *Reprodusere* og *Forklare*. Som nevnt i metodedelene kunne to spørsmål være grammatisk like, men likevel legges til rette for bruk av to forskjellige kognitive prosesser. I denne prosessen valgte jeg å benytte fasit og fagtekstene i læreboka for å se hva slags problemløsning som skulle til for å løse oppgaven, fra lærebokas perspektiv. Kan svaret gjengis direkte fra fagteksten? Må svaret settes sammen av flere begreper, fenomener eller formuleres med elevenes egne ord? Jeg fant ut at det å lage beslutningsregler i form av spørsmål, gjorde det enkelt å anvende reglene i kodingsprosessen. Beslutningsreglene gav meg muligheten til å stille spørsmål underveis for å løse eventuelle kodeproblemer.

I metodeteorien ble det forklart at QCA er en iterativ prosess, se Figur 13. Konstruksjonen av koderammen i masteroppgaven gikk hovedsakelig ut på å modifisere og justere Krathwohls taksonomi, for å tilpasse datasettet bedre. En viktig observasjon er graden av datadrevet modifisering og justering av hver enkel kategori. De to minst komplekse kognitive prosessene er grunnlaget for de to eneste kategoriene som skiftet navn fra teorigrunnlaget til den ferdige koderammen. *Huske* ble til *Reprodusere*, og *Forstå* ble til *Forklare*.

De to minst justerte og modifiserte kategoriene, *Analysere* og *Skape*, har en spesiell ting til felles. Det er de to kategoriene med færrest lærebokoppgaver. Det kan trekkes en logisk slutning om at jo flere oppgaver som er representert i en kategori, jo større er sannsynligheten for en datadrevet endring av kategorien. Påstanden forsvares ved å observere endringene fra Krathwohls taksonomi i teoridelen og definisjonene av kategoriene i koderammen i Tabell 1. Det er store datadrevne endringer fra teori til ferdig koderamme finner vi i kategoriene *Reprodusere* og *Forklare*. Det er noe endring i kategoriene *Anvende* og *Vurdere*, mens det er liten eller ingen endring fra teori til ferdig koderamme for kategoriene *Analysere* og *Skape*. Det observeres høy korrelasjon mellom antall oppgaver i hver kategori og graden av datadreven modifikasjon.

En annen tanke rundt denne observasjonen er at lærebokoppgavene som legger til rette for de mer komplekse kognitive prosessene, er så få at usikkerheten øker. Jo flere kodingsenheter innenfor hver kategori, jo større er sikkerheten i kodingen. Lærebokoppgavene brukes som et sammenligningsgrunnlag med hverandre, innad i hver kategori, i tillegg til å drive den datadrevne modifikasjonen. Når antall kodingsenheter i en kategori er lav, blir det vanskeligere å teste om kodingen er konsekvent, og usikkerheten øker. Gjennom å undersøke tre ulike lærebøker samtidig vil datagrunnlaget, også i mest komplekse kategoriene, til sammen være

stort nok til å sikre validitet og reliabilitet. Summen av oppgavene i de tre lærebøkene la til rette for mindre usikkerhet i kodingen, også i disse kategoriene, og økte reliabiliteten i analysen og koderammen. Jeg vil argumentere for at et økt antall kodingsenheter styrker den datadrevne prosessen og fører til en koderamme som mer effektivt og konsekvent behandler empirien.

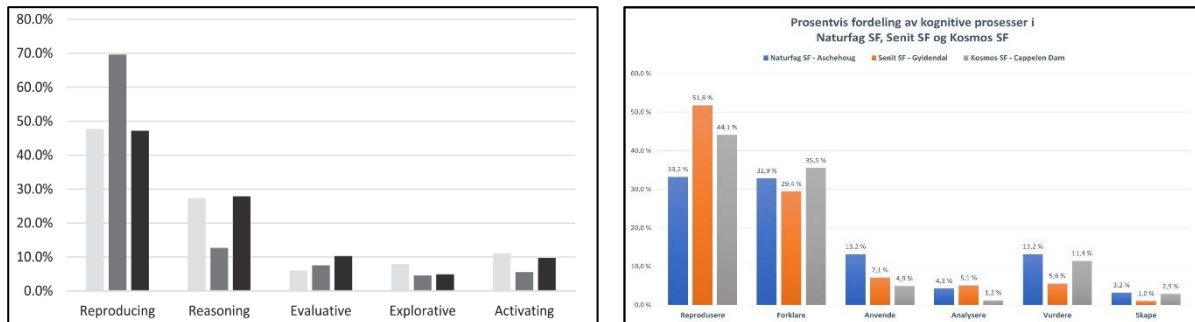
Datamaterialet (læreboka) reduseres til relevant data (lærebokoppgaver), for så å deles opp i kodingsenheter. Å analysere flere lærebøker og få flere kodingsenheter, er dermed ikke i konflikt med QCA sin hovedoppgave, å redusere data fra et sammensatt, komplekst system (lærebok), til en spesifikk del av systemet (lærebokoppgaver). Det å øke antall kodingsenheter, medfører ikke at omfanget av relevant data øker, men gir muligheten for en mer nøyaktig og differensiert kategorisering av lærebokoppgavene. Schreier (2012) forklarer at hovedpoenget med QCA er å redusere datamaterialet. Denne påstanden står ikke i konflikt med å øke antallet kodingsenheter. Kodingsenhetene blir definert etter reduksjonen i datamaterialet. Utvelgelsen av relevant data og reduksjonen av datamaterialet går ut på å forenkle komplekse systemer, til utvalgte og spesifiserte deler av systemet. Et eksempel kan være: hvilken del av læreboka skal utforskes? Skal man velge tekst, modeller, oppgaver eller forsøk? Når hele datamaterialet er redusert til relevant data, i mitt tilfelle lærebokoppgaver, deles datasettet opp i kodingsenheter. Når dette er gjort for en lærebok, er det enkelt å gjøre det samme for flere, når lærebøkene ofte har tilsvarende indre struktur.

5.2. Resultater – diskusjon

Hvordan stemmer resultatene i analysen overens med tilsvarende lærebokanalyser? Andersson-Bakken et al. (2020) fant en prosentvis fordeling av reproduserende oppgaver på omtrent 60%. Reproduserende oppgaver i studien til Andersson-Bakken et al. (2020) er ikke det samme som *Reproduserende* i min analyse, men kategoriene i begge studiene har flere fellestrekk og kan derfor anses som et relevant sammenligningsgrunnlag. Kategoriene brukt av Andersson-Bakken et al. (2020) er ikke direkte overførbare til de kognitive prosessene, men kan minne om kategorier i Blooms taksonomi, som de kognitive prosessene er en revidert versjon av.

Ved å se på sammenligningen i Figur 22, mellom resultatene til Andersson-Bakken et al. (2020) og egne resultater, avdekkes en lignende trend i oppgavesettene. Kategorier som *Evaluerende*, *Utforskende* og *Aktiverende* (til høyre) i analysen til Andersson-Bakken et al. (2020), kommer lavt ut i den prosentvise fordelingen. Jeg kan argumentere for at oppgaver som er *aktiverende*

eller ber elevene *utforske* og *evaluere*, krever mer komplekse kognitive prosesser enn *reprodusere* og *resonnerende*. Chinn og Malhotra (2002) konkluderer blant annet sin studie med at lærebokoppgaver i stor grad legge til rette for kognitive prosesser av lav kompleksitet, noe som igjen stemmer godt med resultatene i Figur 22.



Figur 22: Sammenligning av resultatene i Andersson-Bakken, Jegstad og Bakken (2020) og analysen av kognitive prosesser.

Studien til Andersson-Bakken et al. (2020) tok for seg de samme lærebøkene som i min masteroppgave, men laget for den forrige læreplan (LK06). I undersøkelsen fra 2020 valgte forskerne å se på lærebøkens indre oppgavestruktur og lot være å ta med elevøvelser og lignende. Dette gjør det enklere å sammenligne de to undersøkelsene.

Undersøkelsen fra 2020 bygger på læreplanen (LK06), mens min undersøkelse bygger på ny læreplan fra 2020 (LK20). Det er derfor interessant å sammenligne resultater for å kunne si noe om forskjeller i lærebøkene, i overgangen mellom gammel og ny læreplan. Det interessante er at forskjellene små, eller ikke-eksisterende. Jeg vil igjen påpeke at analysene ikke er utført med samme koderamme og teorigrunnlag, men at det likevel kan vise til en trend i lærebokoppgaver. Sammenligningen i Figur 22 kan brukes som et argument for å påstå at lærebokoppgavene ikke har endret seg stort, selv om læreplanen er endret. Resultatene stemmer overens med påstandene om lærebokoppgavens motstandsdyktighet ovenfor forandring og en konservativ lærebokkultur (Andersson-Bakken et al., 2020; Angell et al., 2019; Chinn & Malhotra, 2002; Christiansen, 2020). Det at lærebøkene i liten grad endres står i kontrast til Fagfornyelsen, den nye læreplanen (LK20), som representerer store endringer fra forrige læreplan.

Skjevfordelingen i antallet oppgaver mellom de høyt komplekse kognitive prosessene og de lave, kan forklares med at analysen kun tar for seg oppgavesettene og ikke forsøkene, aktivitetene og elevøvelsene. Dersom forsøkene, aktivitetene og elevøvelsene hadde vært med i analysen, tror jeg resultatene hadde vist en jevnere fordeling mellom de ulike kognitive prosessene. Dette er kun en refleksjon basert på gjennomlesning og helhetsinntrykket av

lærebøkene. Forsøkene, aktivitetene og elevøvelsene er ikke formelt kodet og analysert, så dette er kun en observasjon etter flere gjennomlesninger av hele datamaterialet. Det kan tenkes at trendlinja i Figur 18 ville være flatere med en jevnere fordeling av kognitive prosesser om analysen hadde omfattet oppgavesettene, forsøkene, aktivitetene og elevøvelsene.

5.3. Forskningsspørsmål – diskusjon

Målet med denne masteroppgaver er å undersøke om lærebokoppgavene bidrar til kompetanseutvikling og trening av elevenes ferdigheter i selvstendig og kritisk tenking. For å undersøke dette har jeg analysert tre lærebøker og funnet en fordeling for hvilke kognitive prosesser lærebokoppgavene legger til rette for. Kritisk tenkning assosieres med komplekse kognitive prosesser og tanken er å bruke funnene i analysen til å besvare forskningsspørsmålet: «I hvilken grad kan lærebokoppgaver, i naturfag på Vg1 studieforbereende, styrke elevenes kompetanse innen kritisk tenkning?».

Jeg ønsket å forske på og analysere lærebøker fordi bruksområdene er mange og bøkene er mye brukt (Andersson-Bakken et al., 2020; Christiansen, 2020; Gilje et al., 2016; Skjelbred, 2003; Skjelbred et al., 2005). Dette betyr at kvalitetssikring og vurdering av lærebøkens oppgavesett er både utdannings- og samfunnsnyttig. Summen av didaktisk forskningen argumenterer godt for hvorfor det er viktig å forske på lærebøker. Vi lever og utdanner elever i en tid hvor kritisk tenking som kompetanse er viktigere enn noen gang. Taimur og Sattar (2019) og Sinnes (2015) peker på internett, og den generelle informasjonsflyten som en integrert del av hverdagen og livet til alle, samt viktigheten av å kunne tenke selvstendig og være kritisk. Fagfornyelsen (LK20) vektlegger dette og beskriver *kritisk tenking* som en del av opplæringens verdigrunnlag, i overordnet del av læreplan (Utdanningsdirektoratet, 2020b). I overordnet del står det:

Opplæringen skal gi elevene en forståelse av kritisk og vitenskapelig tenkning. Kritisk og vitenskapelig tenkning innebærer å bruke fornuften på en undersøkende og systematisk måte i møte med konkrete praktiske utfordringer, fenomener, ytringer og kunnskapsformer. (Utdanningsdirektoratet, 2020b).

I teoridelen av masteroppgaven legges det frem flere definisjoner på kritisk tenkning, og mangelen på én spesifikk definisjon. Likevel er det en enighet om at kritisk tenkning innebærer at elevene må være *utforskende, kritiske, vurderende og reflekterende*.

To av disse begrepene kan gjøres om til verb og sammenlignes direkte med definisjonene i koderammen. *Vurderende* kan omgjøres til **å vurdere**, og *kritiske* kan gjøres om til **å være kildekritisk** og **å kontrollere påstander**. Kategorien *Vurdere*, i koderammen, inkluderer disse verbene og utgjør 10,5% av lærebokoppgavene, se Figur 18. Den femte kategorien i koderammen, *Vurdere*, har en klar kobling til kritisk tenkning, når flere av definisjonene handler om en eller flere former for vurdering.

Økningen i antall oppgaver i denne kategorien, sammenlignet med de andre komplekse kognitive prosessene, kan være lærebokforfatterens tolkning av kritisk tenkning i læreplanen. Vurdering er den eneste kategorien som ikke følger trendlinjen i Figur 18. Dette kan indikere at lærebokforfatterne ønsker å vektlegge at elevene øver på kompetansen kritisk tenkning.

Granum et al. (2012) drar paralleller mellom kritisk tenkning, kreativitet og nysgjerrighet. Kreativ tenkning er som nevnt i teoridelen sentralt i den kognitive prosessen, *Skape*. Svartdal (2019) beskriver kreativ tenkning som «skapende tenkning, forsøk på å oppdage nye sammenhenger, oppnå nye løsninger på problemer, oppdage nye metoder eller fremgangsmåter og skape nye kunstneriske uttrykksformer». Arbeid som krever at elevene jobber med den mest komplekse kognitive prosessen, *Skape*, gir elevene mulighet til å trene kompetansen kritisk tenkning. Det er kun 2,5% av oppgavene i lærebøkene som legger opp til at elevene jobber på det mest komplekse nivået. Jeg vil likevel argumentere for at kreativitet ikke kun finnes i den mest komplekse kognitive prosessen. Ta kategori to, *Forklare*, som et eksempel. En av beslutningsreglene for å skille mellom *Reprodusere* og *Forklare* var at elevene må formulere besvarelser med egne ord. Det å hente ut relevant informasjon fra forskjellige begreper og konsepter, for så å formulere egne setninger, forutsetter kreativitet. Jeg påstår derfor at kategorien *Skape*, ikke har monopol på kreativ tenkning, men at det er den kategorien hvor dette er mest anvendt.

Krathwohl (2002) presiserer at fullstendig frihet i den kreative tankeprosessen fort kan føre til avsporing fra tema. Han forklarer at den kreative tenkningen må ha rammer og må avgrenses innenfor det aktuelle temaet som oppgaven eller situasjonen krever. På en annen side fremmer Fagfornyelsen dybdelæring, tverrfaglighet og bærekraft. Min erfaring er at tverrfaglighet ofte blomstrer når kreativiteten får fri tøyle. Sinnes (2015, s. 40) beskriver kreativitet som en av de viktigste ressursene for en bærekraftig fremtid og tverrfaglig samarbeid i skolen. Det kan stilles spørsmål ved hvor strenge rammene rundt kreativiteten skal være. Kanskje kreativ tenkning utenfor tema av og til er en god ting? Oppgavene i læreboka legger i liten grad til rette for

kreativ tenking, både innenfor og utenfor tema. Dette kan medføre krevende betingelser for elevenes kompetanseutvikling i kritisk tenkning. *Skape*, kobles til kreativitet, som igjen kobles til kritisk tenkning. Det er svært få oppgaver i den mest komplekse kognitive kategorien, noe som svekker lærebøkens evne til å trene elevenes kompetanse i *kritisk tenking*.

Den første og minst komplekse kognitive kategorien, *Reprodusere*, omfatter flertallet av oppgaver i lærebøkene. Taimur og Sattar (2019) påstår at trening i kritisk tenking skjer gjennom de mest komplekse kognitive prosessene. I en direkte sammenheng, stemmer dette godt overens med resten av teorien rundt kritisk tenkning. Konsensusen i litteraturen peker ut vurdering, skapende- og kreativ tenking, og utforskning som de sentrale nøkkelordene i kritisk tenkning. Likevel ønsker jeg å argumentere for at helheten i læreboka stryker ulike kompetanser hos elevene. Andersson-Bakken et al. (2020) bruker Vygotsky og sosiokognitive argumenter for å understreke at reproduserende oppgaver spiller en viktig rolle i utdanningen. Den kognitive prosessen, *Reprodusere*, gir elevene mulighet til å lære et vitenskapelig språk, samt grunnleggende kunnskaper som trengs for å drive problemløsning på de komplekse kognitive nivåene. Reproduserende oppgaver vil kunne sikre at elever har en felles begrepsforståelse og nødvendige forkunnskaper for deretter å utøve mer komplekse kognitive prosesser, for eksempel diskusjoner eller utforskning, som stimulerer til kompetanseutvikling innen *kritisk tenkning*.

I teoridelen peker jeg på kritikken rettet mot lærebokanalyser som teller opp antall oppgaver, uten å ta hensyn til tiden elevene bruker på problemet. Angell et al. (2019) forklarer at tidsbruken og hvordan oppgavene blir løst (problemløsningsstrategier), i motsetning til antallet innenfor en kategori, er avgjørende for læring. Jeg synes dette er et viktig poeng å drøfte, da min forskning, i likhet med Andersson-Bakken et al. (2020), baserer seg på å telle antall oppgaver i et utvalg kategorier. Det er ikke gitt at elevene bruker 75% av tiden de arbeider med lærebokoppgaver på oppgaver som ber de reprodusere eller forklare, selv om de to minst komplekse nivåene utgjør omtrent 75% av oppgavene i analysen. Jeg kan se for meg et scenario der elevene løser 10 oppgaver om å gjengi et begrep på samme eller kortere tid, enn de bruker på å diskutere lokale og globale miljøkonflikter. Dette er en viktig refleksjon å ta hensyn til, da en lærebokanalyse ikke baserer seg på observasjoner i klasserommet eller intervjuer med elever. Den prosentvise fordelingen vil likevel gi en god forståelse for hvilke problemer elevene blir bedt om å løse og hvilke kognitive prosesser de stimulerer til.

Trendlinjen i Figur 18 og resultatene av analysen viser at det er få oppgaver som legger til rette for de mer komplekse kognitive prosessene. Oppgaver som legger til rette for mindre komplekse kognitive prosesser har sin plass i elevenes utdanning, men fordelingen viser at lærebokoppgavene i for liten grad legger til rette for kompetanseutvikling innen kritisk tenking.

6. Konklusjon

I eget arbeid, som realfagslærer på videregående skole, har jeg oppfattet tildeles store endringer fra forrige læreplan (LK06) til den nye læreplanen (LK20). I tillegg oppfatter jeg hvor stor og viktig ressurs læreboka er, i forhold til praksis på videregående skole, når lærerne planlegger, evaluerer og gjennomfører sin undervisning. Dette kommer også frem i forskning på hvordan lærere støtter seg til læreboka og bruker den i sin undervisning (Gilje et al., 2016; Skjelbred, 2003; Skjelbred et al., 2005).

Resultatene i analysen var ikke overraskende, og stemmer godt overens med tidligere forskning. Oppgavesettene i lærebøkene legger i stor grad til rette for enkle kognitive prosesser, som *Reprodusere* og *Forklare*, og i liten grad til rette for de komplekse prosessene, som *Vurdere* og *Skape*. Den didaktiske litteraturen som beskriver elevens kompetanseutvikling innen *kritisk tenking*, vektlegger mentale ferdigheter og kompetanser knyttet til de mest komplekse kognitive prosessene.

Empiriske funn gir, etter en grundig analyse, solid støtte til påstanden om at; lærebokoppgavene i liten grad stimulerer til komplekse kognitive prosesser og elevenes kompetanseutvikling innen kritisk tenkning.

Hvilke konsekvenser får dette for lærernes praksis? Vi har et ansvar for å sikre at målene beskrevet i ny læreplan blir oppnådd. Når ikke oppgavene i lærebøkene sikrer dette på en tilfredsstillende måte, må lærerne ivareta dette i sin planlegging og gjøre didaktiske veivalg for å sikre at også denne viktige kompetansen utvikles (jf. kritisk tenkning). Analysen har flere svakheter. Jeg forklarer bl.a. at gjennom en utvidelse av koderammen vil man kunne få resultater som viser en styrket tilrettelegging av elevenes utvikling av kompetansen *kritisk tenkning*. Ytterligere studier vil kunne innbefatte analyser av læreboka mer helhetlig, og hvordan den legger til rette for kritisk tenkning gjennom teoristoff og generell oppbygging. Dersom koderammen også inkluderte forsøk, aktiviteter og elevøvelser, vil man kunne få en

ytterligere og mer helhetlig vurdering av lærebokas evne til å utvikle de ulike kompetansene hos elevene.

Et annet viktig spørsmål handler om tidsfordeling når elevene jobber med lærebokoppgavene. Selv om 42% av antall oppgaver ber elevene reprodusere, betyr det ikke at eleven bruker 42% av tiden på dette. De mer komplekse oppgavene vil ta lengere tid, og fremtidige studier burde ta hensyn til dette. En helt annen tilnærming til forskningsspørsmålet kunne vært å kvantifisere tiden elevene bruker på de ulike oppgavetyper. Observasjoner i klasserommet kunne for eksempel kartlagt hvilke kognitive prosesser elevene anvender i denne situasjon.

Arbeidet med det empiriske materialet, funnene i analysen og drøftingen av dette har gjort meg bevisst på hvilke kognitive prosesser lærebokoppgavene stimulerer til. Funnene viser at det er ulikheter mellom lærebøkene som skolene bruker. Dette understreker betydningen av å ha en tanke om hva som gjør én lærebok «bedre» enn en annen. Det er ofte lærerne på skolen som velger lærebok og da er det viktig å ha verktøy, kunnskap og forskning for å gjøre gode valg. Den didaktiske litteraturen påpeker at læreboka ofte er et utgangspunkt for undervisning og lærebokoppgavene vil derfor kunne si noe om hvilke kognitive prosesser elevene stimuleres til å anvende. Det ville vært interessant å gjennomføre en større studie som tar for seg flere elementer i lærebøkens struktur for å gi et mer helhetlig bilde. Slike studier kan bli brukt til å si noe om hvordan lærebøkene legger til rette for utvikling i flere av de overordnede kompetansene, grunnleggende ferdighetene og tverrfaglige temaene i den nye læreplanen (LK20).

Etterord

«I thought up an ending for my book. “And he lives happily ever after, till the end of his days”»
(Bilbo Baggins i The Lord of the Rings av Tolkien, 1991)

Litteraturliste

- Andersen, K. N. (2020). Assessing task-orientation potential in primary science textbooks: Toward a new approach. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(4), 481-509. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.21599>
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., Wittrock, M. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Andersson-Bakken, E., Jegstad, K. M. & Bakken, J. (2020). Textbook tasks in the Norwegian school subject natural sciences: what views of science do they mediate? *International Journal of Science Education*, 42(8), 1320-1338. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1756516>
- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2019). *Fysikkdidaktikk* (2. utg.). Oslo: Cappelen Damm AS.
- Bailin, S. (2002). Critical Thinking and Science Education. *Science & Education*, 11(4), 361-375. <https://doi.org/10.1023/A:1016042608621>
- Bezemer, J. & Kress, G. (2010). Changing Text: A Social Semiotic Analysis of Textbooks. *Designs for learning*, 3, 10. <https://doi.org/10.16993/dfl.26>
- Brandt, H., Hushovd, O. & Tellefsen, C. (2020). *Naturfag SF* (2. utg.). Oslo: Aschehoug Forlag.
- Chinn, C. A. & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.10001>
- Christiansen, A. (2020, 02.11.2020). Har du sett anmeldelsen av den nye matteboken? *Aftenposten*. Hentet fra https://www.aftenposten.no/meninger/kronikk/i/PRReg6/har-du-sett-anmeldelsen-av-den-nye-matteboken?fbclid=IwAR0o0XlwcsUixUj5KmB1SGf2cg8_0qNS-GsTUhsAliEGd_Hohu-yXQxCA

- Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene* (1. utg.). Oslo: Abstrakt Forlag.
- Gilje, Ø., Ingulfsen, L., Dolonen, J. A., Furberg, A., Rasmussen, I., Kluge, A., Granum, K. (2016). *Med ARK&APP*. Oslo: Universitetet i Oslo.
- Glasnovic Gracin, D. (2018). Requirements in mathematics textbooks: a five-dimensional analysis of textbook exercises and examples. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(7), 1003-1024.
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1431849>
- Granum, V., Opsahl, G. & Solvoll, B.-A. (2012). Hva kjennetegner kritisk tenkning? *Sykepleien Forskning*, 7(1), 76-84. <https://doi.org/10.4220/sykepleienf.2012.0032>
- Grønmo, S. (2020). Kvantitativ metode. I *Store norske leksikon*. Hentet 10.05.21 fra https://snl.no/kvantitativ_metode
- Heskestad, P. A., Engan, A., Liebich, H., Mykland, H. C., Nærø, K. & Valvik, S. A. E. (2020). *Kosmos SF*. Oslo: Cappelen Damm.
- Johannessen, A., Tufte, P. A. & Kristoffersen, L. (2005). *Introduksjon til Samfunnsvitenskapelig Metode* (3. utg.). Oslo: Abstrakt Forlag.
- Knain, E. (2003). Om tolv elever og deres lærebok i naturfag: Harmoni og likegyldighet. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, 87(3-04), 104-113. Hentet fra http://www.idunn.no/npt/2003/03-04/om_tolv_elever_og_deres_lereboki_naturfag_harmoni_og_likegyldighet
- Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212-218. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2
- Nilssen, V. (2012). *Analyse i kvalitative studier* (2. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Opplæringslova. (1998). Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa (LOV-1998-07-17-61). Hentet fra https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61/KAPITTEL_1#%C2%A71-1

- Postholm, M. B. & Jacobsen, D. I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen* (1. utg.). Oslo: Cappelen Damm.
- Schreier, M. (2012). *Qualitative Content Analysis in Practice* (1. utg.). London: SAGE Publications Ltd.
- Sinnes, A. (2015). *Utdanning for bærekraftig utvikling*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk* (3. utg.). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Skjelbred, D. (2003). *Valg, vurdering og kvalitetsutvikling av lærebøker og andre læremidler*. Vestfold: Høgskolen i Vestfold.
- Skjelbred, D., Solstad, T. & Aamotsbakken, B. (2005). *Kartlegging av læremidler og læremiddelpraksis*. Tønsberg: Høgskolen i Vestfold.
- Svartdal, F. (2019). Kreativ tenkning. I *Store Norske Leksikon*. Hentet 11.04.2021 fra https://snl.no/kreativ_tenkning
- Svendsen, B., Juel, L. A., Stølevik, E. & Marion, P. v. (2020). *Senit SF* (4. utg.). Oslo: Gyldendal Norske Forlag AS.
- Taimur, S. & Sattar, H. (2019). Education for Sustainable Development and Critical Thinking Competency. I W. Leal Filho, A. M. Azul, L. Brandli, P. G. Özuyar & T. Wall (Red.), *Quality Education* (s. 1-11). Cham: Springer International Publishing.
- Tolkien, J. R. R. (1991). *The Lord of the Rings*. London, England: HarperCollins.
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: learning objectives*. World Heritage Centre Paris, France: UNESCO Publishing.
- Utdanningsdirektoratet. (2020a). *Læreplan i naturfag (NAT01-04)*. Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/>
- Utdanningsdirektoratet. (2020b). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/>

Wilson, L. O. (2016). Anderson and Krathwohl–Bloom’s taxonomy revised. *Understanding the New Version of Bloom's Taxonomy*.

Yin, R. (2014). *Case Study Research. Design and Methods* (5. utg.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway