



# Høgskulen på Vestlandet

## Naturfag 3, emne 4 - Masteroppgave

MGUNA550

### Predefinert informasjon

<b>Startdato:</b>	02-05-2022 09:00	<b>Termin:</b>	2022 VÅR1
<b>Slutt dato:</b>	16-05-2022 14:00	<b>Vurderingsform:</b>	Norsk 6-trinns skala (A-F)
<b>Eksamensform:</b>	Masteroppgave - Bergen		
<b>Flowkode:</b>	203 MGUNA550 1 O 2022 VÅR1		
<b>Intern sensor:</b>	(Anonymisert)		

### Deltaker

<b>Kandidatnr.:</b>	115
---------------------	-----

### Informasjon fra deltaker

<b>Tittel *:</b>	Kritisk tenkning i naturfagsklasserommet
<b>Antall ord *:</b>	32414

**Egenerklæring \*:** Ja

**Jeg bekrefter at jeg har Ja**  
registrert  
oppgavetittelen på  
norsk og engelsk i  
StudentWeb og vet at  
denne vil stå på  
vitnemålet mitt \*:

Jeg godkjenner autalen om publisering av masteroppgaven min \*

Ja

Er masteroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? \*

Nei

Er masteroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? \*

Nei

# **Kritisk tenkning i naturfagsklasserommet**

## **Critical Thinking in Science Education**

**Hvilke kjennetegn på kritiske tankeprosesser finnes det i naturfag?**

Hvordan kan skriftlig elevarbeid i en styrt utforskende aktivitet brukes ved kartlegging av elevers evne til kritisk tenkning i naturfag?

**Ingvild Lussand Iversen**

**MGUNA550 - Masteroppgave**  
**Fakultet for lærerutdanning, kultur og idrett**  
**Veileder: Ingjald Pilskog**  
**Våren 2022**

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser til alle

referanser som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

## SAMMENDRAG

Kritisk tenkning blir av flere fremmet som en sentral kompetanse å tilegne seg i det 21. århundre. Gjennom Fagfornyelsen blir kritisk tenkning beskrevet som en del av verdigrunnlaget i opplæringen av norske elever (Kunnskapsdepartementet, 2017). Likevel mangler det en konkret beskrivelse av hvordan vi skal arbeide med kritisk tenkning, både i skolen og i naturfaget. I kompetansemålene i faget, både etter 7. trinn og etter 10. trinn, blir kritisk tenkning bare nevnt en gang.

Formålet med denne masteroppgaven handler derfor om å bygge bro mellom tidligere forskning om kritisk tenkning og det som skjer i naturfagsklasserommet. Videre er målet å analysere teorien, finne kjennetegn på kritisk tenkning i naturfaget og til slutt utvikle et verktøy som retter seg mot kartlegging av elevers evne til å tenke kritisk. Analyseverktøyet blir prøvd ut på skriftlig elevarbeid som ble samlet inn basert på 25 deltakende ungdomsskoleelever. Datainnsamlingen foregikk i en undervisningssituasjon der en utvidet FOF-struktur dannet grunnlaget for en skriveramme som elevene arbeidet med. Datamaterialet blir videre analysert basert på en kvalitativ tekstanalyse med analyseverktøyet som rammeverk. Kjennetegnene som ble undersøkt var fordelt under fire hovedkategorier: *holdninger, ferdigheter, kunnskaper og kriterier*.

Basert på dette diskuteres det hvilke kjennetegn på kritisk tenkning det finnes i naturfaget. I tillegg diskuteres det hvordan utforskende arbeid i FOF-strukturen kan brukes som didaktisk metode i faget i arbeid med kritisk tenkning. Resultatene presenterer analyseverktøyet i sin helhet, ulike elevutsagn og hvordan de passer inn i de ulike kategoriene. Disse blir videre diskutert opp mot teori om kritisk tenkning og opp mot mål for opplæringen i den norske skolen. Noen utsagn er vanskelig å plassere i kategorier og noen av disse er videre samlet under det jeg har valgt å kalle *handlingskompetanse*. Jeg vurderer om handlingskompetanse er noe som mangler, både i teori om kritisk tenkning, men også i mitt eget analyseverktøy. Avslutningsvis presenteres det tanker og ideer rundt videre utvikling av analyseverktøyet, og hvordan det kan brukes i utvikling av min lærerpraksis og i mitt framtidige lærerkollegium.

## ABSTRACT

Critical thinking gets brought forth by many as an important skill to acquire in the 21<sup>st</sup> century. The curriculum reform of 2020, also known as “Fagfornyelsen” describes critical thinking as one part of the core values in the education of Norwegian pupils. Despite this, there are concrete descriptions of how we should work with critical thinking, both in school and in science education. In the competence aims for pupils finishing 7<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> grade in the natural science curriculum, critical thinking was only mentioned once.

The goal of this master’s thesis therefore became to build a bridge between earlier research and theory about critical thinking, and the science education classroom. A further goal was to analyse the theory, find characteristics of critical thinking in the science education and ultimately develop a tool that may be used to map the pupils’ ability to think critically. The proposed analysis tool was tested on written works by pupils, collected from 25 participating secondary school pupils. The data collection happened in an educational situation where the “predict-observe-explain”-structure (POE-structure) created the basis for what the pupils were to work with. The data material was then further analysed based on a qualitative text analysis with the analysis tool as a framework. The characteristics that were examined were placed in four main categories: dispositions, skills, intellectual resources and criteria.

With this as a basis, there will be a discussion of what characteristics of critical thinking exist in the science education. In addition, there will be discussion of how exploratory work in a POE-structure may be used as a didactic method in the subject, also when working with critical thinking. The results present different pupil statements and how they fit into the different categories of characteristics for critical thinking. These were further discussed against theory about critical thinking, and the goals for education in the Norwegian school system. Some statements were hard to categorise, which lead to certain statements being collated into what I have chosen to call *empowerment*. Therefore, there will be a discussion of whether empowerment should be its own category, especially in my own analysis tool. Closing off the paper, thoughts and ideas regarding further development of the analysis tool are presented, along with thoughts on how the tool can be used in the development of my own teaching practices and by future teachers.

## FORORD

Denne oppgaven er det synlige beviset på at fem år på lærerutdanningen nærmer seg slutten, og at den virkelige jobben begynner. Kritisk tenkning har vært sentralt i utdanningen i alle mine undervisningsfag, noe som vekket min interesse for å benytte muligheten for å få økt kunnskap om temaet. Selv om teorien og verktøyet er basert på naturfaget, har jeg likevel tro på at jeg kan nytte meg av kunnskapen i andre undervisningssituasjoner og i andre fag. Jeg gleder meg til å teste og utvikle verktøyet videre, samt bidra til at mine elever kan møte fremtiden med kritisk kompetanse.

Først og fremst vil jeg takke min veileder, Ingjald Pilskog, som alltid har vært tilgjengelig for diskusjon og konstruktive tilbakemeldinger. Kontordøren din har alltid vært åpen, og det har definitivt gjort jobben enklere. Jeg må også takke medveileder Idar Mestad, som gjennom alle disse årene, ofte har vært et lærerforbilde.

Jeg ønsker videre takke mine medstudenter på B324 og jentene på lesesalen. Dere har gjort studieløpet verdt å gjennomføre, både gjennom faglige og ikke-faglige diskusjoner, gode middager og harde treningsøkter. Deres framtidige arbeidsgivere er heldige.

Avslutningsvis vil jeg takke min lillesøster og farmor som har hjulpet meg med korrekturlesing og den språklige utformingen av oppgaven. Mamma og pappa bør også nevnes her, da dere fikk meg inn på tanken på læreryrket, og der dere begge er gode og inspirerende lærere på hver deres måte.

Helt til slutt må jeg takke elevene som deltok i utprøvingen av analyseverktøyet. Deres tanker og ideer viser at det er håp for fremtiden, og jeg er stolt og veldig glad for at jeg fikk bruke deres arbeid i denne oppgaven.

Ingvild Lussand Iversen

Høgskulen på Vestlandet, mai 2022

## Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG .....	2
ABSTRACT .....	3
FORORD .....	4
Oversikt over tabeller og figurer .....	7
1.0 Innledning.....	8
1.1 Motivasjon for oppgaven.....	10
1.2 Rammer og struktur .....	11
1.3 Forventninger til arbeidet .....	12
2.0 Teoretisk rammeverk.....	13
2.1 Kritisk tenkning i grunnskolen .....	14
2.2 Kritisk tenkning i naturfaget.....	15
2.3 Bruk av argumentasjon i kritisk tenkning.....	17
2.4 Utforskende arbeid og kritisk tenkning .....	19
2.4.1 FOF-strukturen i utforskende arbeid.....	21
2.4.2 En utvidelse av FOF-strukturen – en utforskende samtale .....	24
2.5 Å skrive i naturfag .....	25
2.5.1 Forklaringssjanger.....	26
2.6 Hvordan kjennetegner vi kritisk tenkning i naturfag? .....	27
2.6.1 Ennis og holdninger .....	28
2.6.2 Facione og ferdigheter .....	29
2.6.3 Bailin og kunnskaper .....	31
2.6.4 Vieira og kriterier.....	32
3.0 Metode.....	34
3.1 Teoretisk argumenterende analyse .....	35
3.2 Kvalitativt forskningsdesign.....	37
3.2.1 Kvalitativ tekstanalyse .....	38
3.3 Datamaterialet av de skriftlige elevbesvarelsene.....	39
3.4 Kvalitet i forskningen .....	39
3.4.1 Reliabilitet.....	40
3.4.2 Validitet.....	41
3.5 Etske hensyn.....	43
4.0 Resultat og analyse.....	45

4.1 Analyseverktøyet .....	46
4.1.2 Utarbeiding av kategorier for kjennetegn på kritisk tenkning i naturfaget .....	47
4.1.3 Kjennetegn på holdninger .....	47
4.1.4 Kjennetegn på ferdigheter .....	49
4.1.5 Kjennetegn på kunnskaper .....	51
4.1.6 Kjennetegn på kriterier .....	52
4.2 Resultat av tekstanalyse .....	53
4.2.1 Holdninger .....	54
4.2.2 Ferdigheter .....	56
4.2.3 Kunnskaper .....	60
4.2.4 Kriterier .....	62
5.0 Diskusjon .....	64
5.1 Kjennetegn på kritisk tenkning i naturfaget .....	64
5.1.1 Holdninger .....	65
5.1.2 Ferdigheter .....	67
5.1.3 Kunnskaper .....	70
5.1.4 Kriterier .....	72
5.1.5 Bruk av analyseverktøyet i praksis .....	73
5.2 Bruk av utvidet FOF-struktur i utforskende undervisning .....	73
5.2.1 Forutsi .....	75
5.2.2 Observer .....	76
5.2.3 Forklaring .....	78
5.1.4. Utforskende samtale .....	79
5.3 Argumentasjon i kritisk tenkning .....	80
5.4 Handlingskompetanse .....	81
6.0 Avsluttende kommentarer .....	84
7.0 Litteraturliste: .....	87
Vedlegg 1 .....	92



## Oversikt over tabeller og figurer

<b>Tabell 1:</b> Toulmin (2003) sin modell for argumentasjon oversatt til norsk	s. 18
<b>Tabell 2:</b> Konsensusmodellen av Facione (1990)	s. 30
<b>Tabell 3:</b> Analyseverktøyet	s. 46
<b>Tabell 4:</b> Resultat av H4: «evnen til å evaluere og eventuelt revidere seg selv»	s. 55
<b>Tabell 5:</b> Resultat av H5: «Ser problemet i et større perspektiv»	s. 56
<b>Tabell 6:</b> Resultat av F2: «Ser sammenhenger»	s. 57
<b>Tabell 7:</b> Resultat av F4: «Strukturer og bygger opp argument»	s. 58
<b>Tabell 8:</b> Resultat av F5 og KU3 «Formulerer konklusjon basert på bevis eller observasjon» og «Bruker ny kunnskap til å forklare, argumentere og konkludere»	s. 59
<b>Tabell 9:</b> Resultat av F6: «Vurderer kvaliteten i egen og andres utforskning»	s. 60
<b>Tabell 10:</b> Resultat av KU1 og KU2: «Bruker bakgrunnskunnskap» og «Evner å stille spørsmål og forutse/lage hypoteser om naturfaglige fenomen»	s. 61
<b>Tabell 11:</b> Resultat av KU4: «Bruker nøkkelbegreper og faglig diskurs»	s. 62
<b>Tabell 12:</b> Resultat av KR2: «Viser kildekritikk»	s. 63
<b>Tabell 13:</b> Resultat av KR3: «Underbygger sine slutninger»	s. 63
<b>Figur 1:</b> Resultat av tekstanalyse	s. 54

## 1.0 Innledning

Skolen har et samfunnsoppdrag som både omfatter mål for samfunnet og den enkelte eleven (NOU 2015: 8, 2015). Elevene skal utvikle kunnskaper, holdninger og ferdigheter for både å kunne mestre sitt eget liv, men også for å bidra i arbeid og fellesskap i samfunnet. Det norske samfunnet er i stor grad preget av gode levekår og stabilitet for de fleste. Dette er et godt utgangspunkt for å skape en skole og et samfunn der elevene kan få realisert sine drømmer og muligheter, og for å leve trygge, gode liv. Likevel påvirker felles utfordringer, som klimaendringer og konflikter i verdensbildet og samfunnet vårt, både lokalt og globalt. I framtiden vil klimaendringene påvirke både naturen og miljøet, men også vår måte å leve på (Meld.St.28, 2015-2016). Samfunnsendringene påvirker mangfoldet og individualiseringen, både i skolen og i samfunnet. Dette gjør at det er behov for å legge økt vekt på demokratisk deltakelse og det å leve sammen i et samfunn. Vi lever derfor i et samfunn som er i konstant endring der regjeringen har høye ambisjoner for Norge som en kunnskapsnasjon.

Barn og unge i dag lever i et informasjonssamfunn som er både mer komplekst og mye større enn det foreldregenerasjonen har vokst opp med (Veum & Skovholt, 2020, s.11). Falske nyheter, alternative fakta og grenser som er uklare mellom kommersielle og informative tekster, er en del av hverdagen. I denne hverdagen må elevene ha en kritisk tilnærming til informasjonen gjennom både måten de velger, vurderer, skaper og analyserer egne og andres tekster. I framtiden må elevene i enda større grad lære å vurdere kunnskap selvstendig, og skolen skal dermed gjøre elevene i stand til å tenke både kritisk og selvstendig (Meld.St.28, 2015-2016). Veum og Skovholt (2020, s.18) hevder at en av de tingene som skiller mennesker fra dyr er at mennesker er handlende aktører, samtidig som vi kan reflektere kritisk over de handlingene som vi utfører. Ett av målene med kritisk tenkning i skolen handler derfor om å gjøre elevene bevisst over de handlingene de utfører, og gjennom problembasert og utforskende undervisning kan elevene, sammen med lærere og medelever, reflektere kritisk over handlinger som kan bidra til å endre verden.

Kritisk tenkning blir av flere, blant annet av OECD (2019), løftet fram som en sentral, og viktig kompetanse som elever i skolen skal tilegne seg i det 21. århundret. I læreplanens overordnede del blir kritisk tenkning beskrevet som en del av verdigrunnlaget i opplæringen av norske elever (Kunnskapsdepartementet, 2017). I naturfag handler dette om at elevene skal stille spørsmål og være nysgjerrige, i tillegg til å utvikle kompetanser innenfor både vitenskapelig og kritisk tenkning. Målet med dette er at elevene skal kunne handle med etisk bevissthet og utvikle gode holdninger til naturvitenskapelige problemstillinger og utfordringer. I Norske Offentlige

Utredninger (NOU) kommer det fram at kritisk tenkning er en av de sentrale kompetansene som det norske samfunnet er avhengig av at elever tilegner seg i skolen (NOU 2015: 8, 2015). Kritisk tenkning kan bidra til at den enkelte eleven mestrer ulike hendelser i livet, samt at det kan bidra til utvikling av samfunnet. Digitalisering og tilgang på informasjon gjør at kildekritikk og kritisk tenkning har endret sitt innhold, og kan derfor sees på som enda viktigere nå enn tidligere. Å kunne forholde seg til denne informasjonen, er grunnlaget for å ta og forstå beslutninger som blir tatt, både på egne og andres vegne. Det å kunne tenke kritisk er viktig for å ta gode valg og avgjørelser i livet, for å ta etiske vurderinger og vise dømmekraft (NOU 2015: 8, 2015). Kritisk tenkning har derfor blitt en sentral del av utdanningen i Norge, og som framtidig lærer så ønsker jeg et verktøy for å kartlegge elevenes evne til å tenke kritisk i naturfaget.

Som framtidig naturfagslærer står jeg med et ansvar overfor elevene, hva de skal lære og hvordan de skal lære. Kritisk tenkning kan ansees som en av de mest sentrale ideene for hele opplæringen i et demokrati (Vieira et al., 2011, s.43). Videre anser Vieira et al. (2011) at selve målet med opplæringen i naturfag handler om «Scientific Literacy for all». De hevder begrepet handler om en evne til å bruke naturvitenskapelige ideer og prosesser til å forstå hvordan naturvitenskapelig informasjon produseres. Videre skal alle dermed kunne ta gode avgjørelser basert på denne informasjonen, noe som kan bidra til demokratisk deltakelse. Kritisk tenkning bidrar altså til at naturfaget skal være et allmenndannende fag. Sjøberg (2009, s.40) hevder at det er viktig at naturfag som et allmenndannende fag skal nås ut til alle, og ikke bare en elite i samfunnet. Kritisk tenkning er dermed viktig både for å mestre naturfaget som et skolefag, men også for å kunne ta avgjørelser på bakgrunn av velbegrunnede ideer. En studie gjennomført av Bø og Hovdenak (2010) viser at lærerne synes at skolen må styrke allmennkunnskapen hos elevene, og dermed bidra til å utvikle gode samfunnsborgere gjennom økt bruk av kritisk tenkning i skolen. Med bakgrunn i alt dette, ønsker jeg og i denne oppgaven svare på problemstillingen:

*Hvilke kjennetegn på kritisk tenkning finnes det i naturfaget?*

Jeg ønsker, i tillegg til å finne ut hvilke kjennetegn på kritisk tenkning det er i naturfag, også å teste ut hvordan jeg kan bruke denne kunnskapen i en undervisningssituasjon. Jeg ønsker derfor å utvikle et analyseverktøy som tar utgangspunkt i hva tidligere forskning hevder er kjennetegn på kritisk tenkning, til å vurdere hvordan det kan brukes i min egen naturfagundervisning. Derfor ønsker jeg å teste ut svarene jeg får i problemstillingen, gjennom å videre svare på forskningsspørsmålet:

*Hvordan kan skriftlig elevarbeid i en styrt utforskende aktivitet brukes ved kartlegging av elevers evne til kritisk tenkning i naturfag?*

### 1.1 Motivasjon for oppgaven

Etter snart fem år på lærerutdanningen har kritisk tenkning vært sentralt både i naturfag som mitt hovedfag, men det er også sentralt i fagene matematikk og mat og helse som er mine andre undervisningsfag. Jeg har under arbeid med oppgaven hatt et ønske om å utvikle noe jeg kan ta med meg inn i yrket, noe som ble avgjørende for valg av tema. Som framtidig naturfagslærer vil det å ha en kompetanse, både om kritisk tenkning som prosess, men også hvordan jeg som lærer kan kartlegge elevers evne til kritisk tenkning, kan være svært nyttig. Jeg anser kritisk tenkning som veldig relevant for elevene, spesielt med tanke på hvordan de skal møte hverdagen og fremtiden. Masteroppgaven skal ifølge retningslinjene være både praksisnær og profesjonsrettet, i tillegg til at den skal bidra med å utvikle egen og mine kollegaer sin undervisningspraksis. Dette gjør at ønsket mitt om å utvikle noe eget, basert på forskning og litteratur, og utprøving gjennom denne masteroppgaven, står i sentrum. Jeg tror også dette vil være relevant å kunne dele med framtidige kollegaer og utvikle videre i min egen undervisningspraksis.

Med utgangspunkt i dette er motivasjonen min for å skrive en masteroppgave som bygger en bro mellom teori om kritisk tenkning, og det som faktisk skjer i naturfagsklasserommet. Ved å bevege meg mellom teori og data, og praksisfeltet, er målet å gradvis utvikle en dypere forståelse over både teorien og det praktiske som undersøkes (Postholm, 2010, s.131). Jeg velger å utarbeide et eget analyseverktøy basert på teori, modeller og studier som er gjort på kritisk tenkning i naturfaget. Videre ønsker jeg å teste ut analyseverktøyet, basert på datainnsamling av skriftlige elevbesvarelser i en styrt utforskende aktivitet. Jeg har valgt å la elevarbeidet i denne omgang være av skriftlig karakter, mye på grunn av erfaring fra praksis, der det å vurdere elevers muntlige aktivitet kan være utfordrende, fordi man ofte er aleine i klasserommet. Ved å arbeide med skriftlige oppgaver vil jeg som lærer ha noe håndfast å vurdere, for å videre kunne gi elevene formative tilbakemeldinger i faget. Dette vil forhåpentligvis kunne legge til rette for en bedre kartlegging av kritisk tenking i mitt klasserom. I tillegg til at jeg i større grad kan følge opp og se utvikling hos elevene på kritiske tankeprosesser. Jeg vil også kunne bruke verktøyet for å kartlegge i hvilke undervisningssituasjoner de ulike kjennetegnene kommer tydeligere fram, noe jeg også kan formidle til elevene.

## 1.2 Rammer og struktur

Denne masteroppgaven har en ramme på 45 studiepoeng fordelt ut på et helt akademisk år. Det er også første året det gjennomføres obligatorisk masteroppgave på den nye integrerte lærerutdanningen. Dette gjør at det er mange studenter som skal gjennomføre datainnsamling og som trenger veiledning samtidig. Derfor har jeg tatt noen valg underveis som har skapt rammer og som styrer strukturen på oppgaven min. Muligheten for å teste ut undervisningsopplegget og analyseverktøyet før innsamling av datamaterialet har også vært tidskrevende og vanskelig å gjennomføre. Det er også grunnen til at analyseverktøyet bare blir testet på en liten del av naturfagundervisningen, med én undervisningstime og én didaktisk metode. Dette ble styrt både av rammene for oppgaven, men også situasjonen rundt Covid-19. Skolen datainnsamlingen ble gjennomført ved, ble ved to anledninger stengt ned og hjemmeskole ble innført. Dette ga noen utfordringer rundt innsamlingen av data da den måtte utsettes. Datainnsamlingen og analysen av elevtekstene ble i denne oppgaven en førstegangsprøving, og innsamlingen skjedde rett etter nyttår på vårsemesteret. Selv om utvalget er relativt lite, vil jeg likevel kunne diskutere både styrker og svakheter med undervisningsopplegget og ved analyseverktøyet, noe som jeg ser på verdifullt i seg selv. Jeg ønsker å kunne ta med meg analyseverktøyet videre i mitt yrke som lærer, og derfor også ha noe å utvikle videre. Det vil heller ikke være mulig å teste alle kategoriene og underkategoriene i analyseverktøyet i løpet av en undervisningstime, men jeg vil argumentere for verdien av de ulike kategoriene i slutten av oppgaven. Analysen baserer seg på de kategoriene som jeg anser som relevante i den rammen som datainnsamlingen skjer under.

Jeg vil i starten av denne oppgaven presentere den teoretiske bakgrunnen for utvikling av analyseverktøyet mitt. Jeg vil også begrunne de valgene som blir gjort i planlegging og gjennomføringen av undervisningsopplegget. Jeg hadde i utgangspunktet tenkt å basere mitt teoretiske og analytiske rammeverk på Vieira et al. (2011) sin modell for kritisk tenkning, fordi ARGUMENT-prosjektet ([www.argument.uib.no/modellen](http://www.argument.uib.no/modellen)) baserte sin modell på blant annet denne. Etter hvert som jeg kom dypere inn i teorien tok jeg et valg i å utvikle kategoriene i mitt analytiske rammeverk basert på flere andre teoretikers arbeid innenfor kritisk tenkning. Den teoretiske gjennomgangen danner derfor grunnlaget for både utviklingen av analyseverktøyet, men også for valg av undervisningsmetode og analysen av elevtekstene. Den er først delt i en gjennomgang av kritisk tenkning i skolen, i faget og i undervisning. Videre til en vurdering av utforskende arbeid og en struktur for undervisning som kan brukes i arbeid med kritisk tenkning. Til slutt presenterer jeg teorien som danner grunnlaget for utviklingen av de ulike

kategoriene som gir kjennetegn på kritisk tenkning i naturfaget. Vieira et al. (2011) tok utgangspunkt i både Facione, Bailin og Ennis sitt arbeid når de utviklet sin modell, og jeg har derfor også valgt å inkludere disse når jeg har formulert mine kategorier.

Jeg har i denne oppgaven derfor en todelt metodedel, som først går inn på utviklingen av analyseverktøyet basert på tidligere forskning på feltet. Videre vil jeg presentere egne vurderinger gjort i utformingen av de ulike kjennetegnene på kritisk tenkning, der læreplanen i naturfaget også blir brukt. Jeg vil til slutt teste analyseverktøyet med utgangspunkt i en kvalitativ tekstanalyse av elevbesvarelser. Datamaterialet til analysen ble samlet inn gjennom en styrt utforskende aktivitet med en skriveramme, i den didaktiske undervisningsmetoden forutsi, observer og forklar (FOF). Denne undervisningsmetoden ble også utvidet med en diskusjons -og refleksjonsdel der elevene får mulighet til å dele sine forklaringer, og dermed også evaluere og revurdere sine egne påstander. Elevene får også tildelt et spørsmål i hjemmelekse som handler om å knytte problemet de arbeider med på skolen sammen med det globale problemet som handler om klimakrisen og ismelting på vann og på land. Dette har som formål å la elevene reflektere over problemet i et større perspektiv, slik at det forhåpentligvis blir mer konkret, i tillegg til at de får vist at de klarer å knytte teori med praksis.

Valget falt på å samle inn skriftlige elevarbeid av ulike årsaker. Jeg var innom å samle inn datamateriale til analysen både gjennom muntlig elevaktivitet og lydopptak eller med videoopptak. Derfor laget jeg en skriveramme til elevene med utgangspunkt til FOF-strukturen, slik at alle elevene hadde det samme utgangspunktet for å besvare oppgavene. Det skriftlige arbeidet ville også bli mer hensiktsmessig å ta utgangspunkt i, både med tanke på gjennomføring, men også av de forskningsetiske hensynene med å bevare sensitive personopplysninger.

### 1.3 Forventninger til arbeidet

Selv om masteroppgaven er et nytt territorium for de fleste av lærerstudentene har vi blitt forberedt godt gjennom tidligere emner. I emnebeskrivelsen til masteroppgaven i naturfag står det spesifikt at masteroppgaven skal ha relevans til naturfagets overordnede målsetninger og deltakelse i samfunnet. Jeg har derfor en klar forventning til å utvikle et analyseverktøy som kan bistå meg i arbeidet som naturfagslærer. Hovdenak og Stray (2015, s.6) hevder utdanning blir sett på som en særdeles viktig funksjon i barn og unges liv, og som skal videre virke som en døråpner inn i yrkeslivet. Derfor har jeg valgt å ta utgangspunkt i et tema som på flere forskningsområder blir sett på som sentralt i akkurat denne utviklingen. Jeg ønsker derfor å

være forberedt på hvordan jeg kan bistå elevene i opplæringen av og utvikling av egenskaper innenfor kritisk tenkning.

Når det gjelder arbeidet med å utvikle analyseverktøyet og med analysen av elevtekstene, så forventer jeg at ikke alle underkategoriene blir representativt vurdert i denne oppgaven. Dette er med bakgrunn i at naturfaget, som andre skolefag, både er komplekst og variert. Det gjør at jeg ikke har mulighet til å teste alle i denne oppgaven. Dette kan være eksempler som handler om at elevene må ha kontroll over ulike variabler i innsamling og andre kriterier for å vurdere naturvitenskapelige standpunkt. Det kan også handle om å kjenne igjen og vurdere ulike argument, evalueringer, bevis og standpunkt som kommer utenifra. Det vil helle ikke være like relevant i denne datainnsamlingen, men kan likevel være viktig i arbeid med for eksempel kildekritikk, og i arbeid der elevene arbeider mer selvstendig med innsamlingen at data, bevis eller observasjoner. Likevel så forventer jeg å bruke denne oppgaven som et utgangspunkt for videre arbeid med kritisk tenkning i naturfaget. Analyseverktøyet kan arbeides videre med og utvikles etter hvert som jeg opplever nye relevante sammenhenger eller det kommer ny forskning på området.

Jeg har ingen forventning om å utvikle et analyseverktøy som er ferdig og som alle som driver med kritisk tenkning i skolen skal bruke. Jeg har en klar forventning om å utvikle noe som jeg selv kan bruke, og som jeg kan utvikle videre i egen praksis, og dele med kollegaer som er interessert. Jeg ønsker å få en oversikt over hvilke kjennetegn på kritisk tenkning som litteratur og tidligere studier hevder er viktige i naturfaget. Jeg ønsker også å teste analyseverktøyet basert på en liten innsamling, for å vurdere hvordan det ville fungert i en undervisningssituasjon, og dermed også få en oversikt over endringer som må gjøres. Jeg forventer dermed ikke å konkludere med noe bastant når denne masteroppgaven er ferdig, men jeg forventer å kunne diskutere verdien av arbeidet, både av personlig interesse, og utvikling av den profesjonsutøveren jeg ønsker å bli i skolen.

## 2.0 Teoretisk rammeverk

I dette kapitlet ønsker jeg å gjøre rede for det teoretiske grunnlaget bak utviklingen av analyseverktøyet, der jeg ønsker å se på ulike kjennetegn for kritisk tenkning. Først ønsker jeg å se på hvordan kritisk tenkning blir framstilt i skolen generelt, og i naturfaget spesielt. Deretter går jeg dypere inn i ulike deler av naturfagundervisningen som kan støtte kritisk tenkning hos elever i naturfaget. Jeg ønsker også å se hvordan den didaktiske metoden FOF kan brukes for å legge til rette for arbeid med kritisk tenkning i faget. Dette baserer jeg på teori om hvordan

utforskende arbeid kan bidra til utvikling av kritisk tenkning i skolen og hvorfor FOF-strukturen kan være utforskende. Jeg kommer også til å se på hvordan skriftlig arbeid i naturfag kan legge til rette for både læring og kunnskapsutvikling, i tillegg til hvordan det kan brukes i arbeid med kritisk tenkning.

## 2.1 Kritisk tenkning i grunnskolen

I læreplanens overordnede del presiserer Utdanningsdirektoratet at «*Skolen skal bidra til at elevene blir nysgjerrige og stiller spørsmål, utvikler vitenskapelig og kritisk tenkning og handler med etisk bevissthet*» (Kunnskapsdepartementet, 2017). Dette vil si at opplæringen skal gi elevene en forståelse av både vitenskapelig, men også kritisk tenkning. Elevene skal bli utfordret til å bruke fornuften på en systematisk og undrende måte i møte med fenomener, yringer, kunnskapsformer og praktiske utfordringer. Videre hevder Utdanningsdirektoratet (Kunnskapsdepartementet, 2017) at ny kunnskap og innsikt vokser fram hvis allerede etablerte ideer kritiseres med teorier, argumenter, erfaringer og bevis. Elevene skal videre vurdere ulike kilder til kunnskap og tenke kritisk om hvordan kunnskap utvikles. Det å forstå at egne erfaringer, overbevisninger og standpunkter også kan være feilaktige, er sentralt i kritisk tenkning. Dette vil si at kritisk tenkning forutsetter både kunnskap, men gir også rom for en viss usikkerhet og uforutsigbarhet.

Det finnes ingen generell enighet om hvordan man skal definere begrepet kritisk tenkning i skolen (Bailin, 2002; Vieira et al., 2011). Burbules og Berk (1999) skiller kritisk tenkning og kritisk pedagogikk fra hverandre, men der begge bygger på grunntanken om at begrepet «kritisk» handler om å hjelpe elever til å være mer skeptisk til vanlige aksepterte påstander. Det er dog utbredt aksept for at kritisk tenkning er en viktig dimensjon i naturfagundervisning (Bailin, 2002). UNESCO (2017) definerer kritisk tenkning som en kompetanse til å stille spørsmål om normer, praktiser og meninger. Videre har det kritisk tenkende individ mulighet til å reflektere over egne verdier, syn og handlinger. Hvordan lærere skal kunne støtte utviklingen av kritisk tenkning blant elever i den norske skolen har også vært en utfordring. Ferguson og Krangle (2020) har sett på denne utfordringen og foreslår hvordan kritisk tenkning kan stimuleres i grunnskolen gjennom argumentasjon, kunnskapssyn og kildevurderingsferdigheter. Kritisk tenkning har blitt en kjernekompetanse i den nye læreplanen gjennom Fagfornyelsen i 2020. Det er dog en noe vid definisjon på hva kritisk tenkning er, og hvordan kritisk tenkning skal brukes i undervisningen. Ferguson og Krangle (2020, s.196) mener i første rekke at argumentasjon handler om grundig og kritisk vurdere gyldigheten av egen og andres tenkning, samt å bruke motargumenter strategisk. Videre at en kildevurdering innebærer



en vurdering av en påstands eller teksts troverdighet i lys av en evaluering av den kildeinformasjonen som blir gitt. Til slutt legger de også vekt på hva elevene oppfatter som kunnskap, og hvordan vi kan vite noe med sikkerhet også er sentralt i arbeid med kritisk tenkning i skolen.

Et av de grunnleggende målene med utdanningen i Norge handler om å forberede elevene på et liv etter skolen. Dette står nedfelt i Opplæringsloven (1998) og viser til at opplæringen skal åpne dører mot både framtiden, og mot verden i sin helhet. OECD (2019) har gjennom sitt arbeid med framtidens utdanning og hvilke ferdigheter og kompetanser som elever i det 21. århundre må tilegne seg. Selv om framtiden er usikker og uforutsigbar, skal skolen likevel forberede elever for jobber som både finnes, og de som ikke finnes enda (OECD, 2019, s.5). Videre presenterer OECD noen grunnleggende elementer som utdanningen innen 2030 skal inneholde. Disse elementene baserer seg på både kunnskaper, ferdigheter og verdier som elever må tilegne seg for å ha mulighet til å møte framtiden. Ett av disse elementene handler om konseptet agency og co-agency (OECD, 2019, s.16). Dette handler om at elevene skal tro på at de har ferdigheter til å påvirke både sitt eget liv og verden rundt dem på en positiv måte. Videre handler agency om elevenes evne til å sette seg mål, reflektere og handle ansvarlig for å oppnå endringer. Dette skal bidra til både identitetsutviklende følelser hos elevene, men også en følelse av ansvarlighet og tilhørighet. Denne utviklingen kan skje både individuelt og gjennom co-agency, i samspill med andre.

## 2.2 Kritisk tenkning i naturfaget

En endring i den naturvitenskapelige praksisen krever også at skolen gjør endring i hvordan lærere og elever arbeider med faget. De nye nasjonale læreplanene krever innsikt i både det å lære naturfag som utforskning og det å lære naturfag som praksis. Osborne (2014, s.178) hevder vektleggingen av naturfag gjennom utforskning representerer en forvirring rundt målet med faget

- å oppdage ny kunnskap om verden
- å lære faget
- å bygge en forståelse av etablerte ideer om den naturlige og levende verden som omkranser oss.

Uenighetene blant akademikerne om hva som ligger i begrepet kritisk tenkning, og hvordan det brukes i skolen står sterkt (Bailin, 2002, s.361). Hvordan barn og unges kunnskapsutvikling foregår, er det også uenigheter om, men Bø og Hovdenak (2011) hevder den skjer kontinuerlig og at unge benytter seg av de ressursene de har tilgjengelige. Dette gjør at elevene i større grad

må selvstendig vurdere de ressursene de har tilgjengelig. Det er ikke lenger bare læreren som presenterer ressursene, men internett gjør tilgangen mye enklere.

Osborne (2014, s.179) hevder at det finnes ulike problem med å lære naturfag gjennom utforskning. Ett av dem er at det mangler felles forståelse på hva det faktisk menes med å lære naturfag gjennom utforskning. Mange lærere bruker utforskning som et pedagogisk virkemiddel, der elevene skal utføre, undersøke og stille spørsmål om verden. Ofte blir utforskende arbeid målt i hvordan elevene klarer å gjennomføre praktisk arbeid i stedet for analyser og tolkning av data. Da målet med utforskende arbeid er å utvikle en dypere forståelse for naturvitenskapelig praksis, mener Osborne at dette er en misforståelse i bruk av utforskning som et pedagogisk virkemiddel. Bailin (2002, s.363) kritiserer også andre feiloppfatninger om hva nettopp kritisk tenkning i naturfaget handler om, på lik linje som Osborne (2014) kritiserer en manglende forståelse for utforskende arbeid. Det er store mangler i hvordan både lærere bruker kritisk tenkning og hvordan de oppfatter hva det er for noe i faget. Noe som går igjen i litteratur om kritisk tenkning, handler om en felles allmennforståelse av naturfaglige prosesser og måten naturfaglig kunnskap kommer fram. Både Vieira et al. (2011) og Turiman et al. (2012) trekker fram Scientific Literacy som en nødvendig kompetanse i det 21. århundre. Dette handler om hvordan elever kan vurdere og forstå ulike naturfaglige prosesser og konsepter som er nødvendige for å ta avgjørelser i egne liv, deltakelse i samfunnet og økonomisk produktivitet. Noen av de nødvendige basiskunnskapene som Turiman (2012, s.110) mener er viktige, handler om å observere, klassifisere, bruke og forstå tall, deltakelse, forutsigelser og evnen til å kommunisere. Med disse kunnskapene er målet at elever utvikler ferdigheter som trengs for å mestre livet i det 21. århundre.

Å bygge forklaringer, argumentere basert på bevismidler, vurdere og kommunisere denne informasjonen, er andre sentrale naturvitenskapelige praksiser som bør aktivt brukes når elever skal lære naturfag (Osborne 2014; Bailin, 2002; Bailin & Battersby, 2016). Flere av disse egenskapene kan vi også finne igjen i ulike modeller for kritisk tenkning. Det blir derfor relevant å snakke om utforskning som en del av arbeidet når målet er at elevene skal tenke kritisk. Hvordan finne svar på «hvordan vet vi at vi vet?», krever at elever deltar i arbeidsmetoder som reflekterer naturvitenskapelige tenkemåter, ideer og praksiser (Osborne, 2016). Bare da kan elevene forstå hvordan forskere etablerer kredibilitet for sine påstander. Osborne (2016) spør seg, hvorfor er det å delta i argumentasjon og kritisk arbeid så sentralt i læring om naturfaglig praksis? Forskning argumenterer for at utvikling av kunnskap er

avhengig av en balanse mellom konstruksjon og kritikk, der kritikk motiverer for en autentisk utvikling av kunnskap. Ford (2008) har gjennom sin forskning fått et syn på hvordan kritisk vurdering er grunnlaget i tanken om at nye ideer og påstander må fram i lyset gjennom kritisk undersøkelse. Naturvitenskapelig kunnskap bygger på data og bevis fram til disse blir motbevist. Derfor handler også læring i naturfag om å gjenkjenne at kritisk tanke og vurdering av bevis, spiller en sentral rolle i læring i naturfaget.

Det å skape et miljø for å utforske og der praksisen i klasserommet er åpen for muligheten til å stille spørsmål og utforske egne og andres ideer hevder Bailin og Battersby (2016, s.369) er sentralt både i arbeid med kritisk tenkning og i utforskende aktiviteter. Dette handler om å endre tankegangen fra «hvem er jeg» eller «hva gjør jeg», til «hvem er vi» og «hva gjør vi». Nettopp fordi vi argumenterer med andre, ikke isolert med seg selv. Det å evne å kunne forsvare sin tanke eller sin posisjon er en sentral egenskap hos et kritisk tenkende individ, men man skal også forsvare den overfor andre (Vieira et al., 2011; Osborne, 2014). Den kritisk tenkende eleven har evne til å stille spørsmålet “hvordan vet vi det?” eller “hvorfor skal jeg tro på dette?”. Dette gjør at eleven må aktivt engasjere seg kognitivt for å forsvare sin egen eller andres posisjon gjennom bruk av argumentasjon basert på data eller bevis.

### 2.3 Bruk av argumentasjon i kritisk tenkning

Å utforske og skape gjennom problemløsning, kritisk tenkning, kreativitet og innovasjon blir regnet som en sentral kompetanse i Fagfornyelsen (Meld.St.28, 2015-2016). Disse kompetanseneområdene blir sett på som viktige for samfunnsutviklingen og i arbeidslivet, og skal inngå i alle fag. Naturfaget skal bidra til nysgjerrighet, skaperglede, nytenkning og engasjement hos elevene gjennom både praktisk og utforskende arbeid (Utdanningsdirektoratet, 2020). Både læreplanen i naturfag og forskning på kritisk tenkning trekker fram ulike sider ved kritisk tenkning som brukes i skolen. Evner som å kunne argumentere, vurdere, forklare og drøfte er sentrale kompetanser som forskning viser er gode indikatorer på at elever driver med kritisk tenkning (Freidel et al, 2008; Hairida, 2016, Prayogi et al, 2017). I kompetansemålene i naturfag finner vi også disse verbene som handler om å vurdere, drøfte, forklare og utforske (Kunnskapsdepartementet, 2019). Dette er mål som elevene skal vurderes etter, og områder som er kompetanser innenfor kritisk tenkning.

På lik linje som kritisk tenkning har også argumentasjon vært en sentral forskningslinje innenfor naturvitenskapelig utdanning (Erduran & Jimenez-Aleixandre, 2007, s.4; Simon, 2008, s.277;

Osborne, Erduran & Simon, 2004, s.917). Forskning på området legger vekt på viktigheten av argumentasjon i forståelse av naturvitenskapelig praksis. På en side så bygger argument opp bevis, men samtidig så er argumentasjon et grunnleggende element i det å faktisk bygge naturvitenskapelig kunnskap. Erduran og Jimenez-Aleixandre (2007) hevder at argumentasjon er en form for faglig diskurs som elever må tilegnes, og at dette må læres gjennom passende oppgaver, instruksjon og modellering. Argumentasjon har også et sosiokulturelt perspektiv som peker på argumentets rolle i læringsaktiviteter sammen med andre. Bailin og Battersby (2016, s.367) trekker både argumentasjon og kritisk tenkning fram som sentralt i arbeid med utforskende aktiviteter. Kritisk tenkning er derfor en ferdighet som kommer fram gjennom blant annet elevens evne til å argumentere.

Ferguson og Krangle (2020, s.198) har gjennom sitt arbeid med kritisk tenkning i grunnskolen publisert en del ideer om hvordan læreren kan støtte elever i utviklingen av kritisk tenkning. De hevder at lærerne først og fremst må få tid og plass til å diskutere hva de selv legger i begrepet «kritisk tenkning», og hvordan de ønsker å arbeide med utviklingen av det. Når det gjelder argumentasjon og arbeide med kilder, konkluderer de med at målrettet arbeid må til for å utvikle og forbedre disse ferdighetene. Ved å la elevene arbeide med «store» temaer, der de får mulighet til å stille autentiske spørsmål og der de sammen med andre kan finne svar, både med støtte fra lærer og medelever, kan bidra til utvikling av argumentasjon på høyt kognitivt nivå.

Kneupper (1978, s.237) hevder at argumentasjon, på grunn av sin kompleksitet er muligens den vanskeligste diskursen å lære vekk. Mange metoder som brukes i undervisning handler om negativ undervisning, altså lære hvordan man ikke skal argumentere. Toulmin (2003) presenterer et verktøy som et ment til å lede vei for arbeid med argumentasjon i skolen. Han hevder at et argument inneholder disse delene:

Claim	En antakelse/hypotese
Warrant	Forbinder antakelsen og data
Backings	Styrker forbindelsen mellom antakelse og data
Rebuttals	Beskrivelse av hvilke tilfeller antakelsen ikke gjelder

Tabell 1: Toulmin (2003) sin modell av argumentasjon oversatt til norsk

Flere studier, gjort blant annet av Osborne et al. (2004), bruker Toulmin (2003) sin modell for å analysere kvaliteten i argumentasjon som blir brukt i skolen. Modellen kan også brukes til å analysere prosessen det er å bygge et argument, bruken av de ulike elementene, kvaliteten i elementene og å evaluere sluttproduktet. En del av forskningen på argumentasjon i naturfag

handler om argumentasjon som en sentral del av den naturfaglige praksisen, og at argumentasjon trengs å læres gjennom både instruksjon, modellering og strukturering (Osborne, Erduran & Simon, 2004, s.916). Argumentasjon er sentralt i arbeid med å bygge forklaringer, modeller og teorier, i tillegg til å fremme bevis gjennom bruk av de ulike elementene i Toulmins (2003) modell.

Argumentasjon og kritisk tenkning kobles sammen gjennom de kognitive prosessene som handler om å skape mening (Osborne, Erduran & Simon, 2004, s.916). Bruk av argumentasjon kan bidra til at elever får trening i å overføre sine indre tanker ut til omverdenen. Elevenes evne til å være kritiske til sine tanker og meninger i denne prosessen bidrar til en rasjonell rettferdiggjøring og vurdering (Vieira et al., 2011, s.45). Videre kan denne kognitive prosessen bidra til en beskyttelse for manipulasjoner, og legge til rette for deltakelse i et demokratisk samfunn der borgerne bidrar med rasjonelle avgjørelser. Kritisk tenkning er derfor avgjørende i prosessen med å skape egne argumenter, men også å være delaktig i vurderingen av andres argumenter.

#### 2.4 Utforskende arbeid og kritisk tenkning

Elever skal oppleve naturfaget som både et praktisk og utforskende fag (Kunnskapsdepartementet, 2018). Dette er fastsatt som et av kjerneelementene til naturfaget i den norske skolen. Elevene skal altså gjennom utforskende arbeid og erfaring forstå verden omkring seg i et naturvitenskapelig perspektiv. Lyngnes og Rismark (2014, s.40) beskriver det å gjøre erfaringer som en sentral del i den progressivistiske pedagogiske grunntanken. Skolen skal sees i sammenheng med det samfunnet som elever opplever, samtidig som å forstå samfunnet i framtiden. John Dewey er en av de mest framtrede personene innenfor denne pedagogiske retningen, og han hevdet at elever i stor grad må være aktive i egen læring for å kunne lære (Dewey, 2001, s.53). Kunnskapsdepartementet (2017) trekker fram kritisk tenkning og etisk bevissthet som grunnleggende verdier for opplæringen i den norske skolen. Dette handler om at skolen skal legge til rette for at elever blir nysgjerrige og stiller spørsmål. Gjennom dette skal de utvikle kompetanser og ferdigheter innenfor både vitenskapelige og kritiske tenkemåter. Elevene skal videre få innsikt i hvordan våre handlinger og vårt levesett påvirker livet vi har på jorden. Det å arbeide både praktisk og utforskende i naturfaget skal dermed utvikle kunnskaper som gjør at vi kan forvalte naturen på en bærekraftig måte.

National Science Education Standards (1996) hevder at ett av målene med naturfagundervisning handler om nettopp utforskning. Under dette målet handler flere av

undermålene om både kritisk og logisk tenkning. Utforskende arbeid i naturfag er en delt aktivitet som involverer å gjøre egne observasjoner, stille spørsmål, bruke informasjon som allerede er veletablert, og deretter sammenligne egne funn med teori (National Science Education Standards, 1996, s.23). Videre skal elevene bruke kritisk og logisk tenkning for å vurdere sitt eget arbeid og se andre muligheter. Kritisk tenkning blir av flere trukket fram som en kompetanse som elever må tilegne seg i det 21. århundre (Nisa et al, 2017; OECD, 2019). Nisa et al. (2017, s.2) hevder at å utvikle ferdigheter i problemløsning kan utvikle elevens evne til å tenke kritisk. Videre mener de at lærerstyrte, utforskende aktiviteter kan påvirke elevens forståelse av den vitenskapelige prosessen. Læreren fungerer ikke som en som overfører kunnskap, men en hjelper der elevene skal bygge sin egen kunnskap. Utforskende arbeid som helt eller delvis er styrt av læreren, kan bidra til både engasjement, motivasjon og læring gjennom å observere, teste, samle data, analysere og konkludere.

Det finnes sentrale ideer og modeller som tar utgangspunkt i utforskende arbeid i naturfaget. 5E-modellen er en av dem som viser til at utforskende undervisning handler om mer enn praktisk arbeid i faget (Fiskum & Korsanger, 2017). Modellen er ment for å støtte lærerne i arbeid med både planlegging og gjennomføring av utforskende arbeid. Modellen består av fem faser som undervisningen inneholder når elevene arbeider utforskende. Fasene kan forekomme i ulike rekkefølger, og en undervisningssituasjon kan inneholde én eller flere av fasene. Likevel bør de fem fasene være sentrale i arbeidet i løpet av en periode, nettopp fordi de inneholder ulike aspekter og de vil gi elevene mulighet til å utvikle ulike kunnskaper, ferdigheter og holdninger. De fem ulike fasene av utforskende undervisning handler om å vurdere, engasjere, undersøke, forklare og utvide. Vurdering kan være både underveis- og sluttvurdering og skal derfor være integrert i alle faser av undervisningen (Fiskum & Korsanger, 2017).

Å skape motivasjon og interesse for faget og faginnholdet er viktige faktorer for læringsutbyttet (Fiskum & Korsanger, 2017). Aktivisering av elevene gjennom forkunnskaper kan bidra til å fange interesse knyttet til det temaet som det arbeides med. I både undersøkelsesfasen og i forklaringsfasen er målet at elevene skal få arbeide med å skaffe eierskap til stoffet som skal læres. Dette kan bidra til motivasjon og en dypere forståelse i faget. Elevene får muligheten til å kommunisere kunnskap gjennom å beskrive og forklare faglige fenomener. Til slutt handler utforskende arbeid også om å utvide kunnskapen innenfor et tema. Dette innebærer at elevene kan bygge videre på kunnskap, holdninger og ferdigheter de allerede har tilegnet seg. Dette kan bidra til å utvikle en bredere forståelse og å knytte kunnskapen til nye kontekster og problemer de opplever i og rundt seg.

Sosial interaksjon er sentralt i arbeid med lærerstyrte utforskende aktiviteter (Nisa et. al., 2017, s.5). Arbeid sammen med andre kan derfor legge til rette for elevens potensiale for læring. Vygotsky (2001, s.160) hevder at vi lærer innenfor det eksisterende utviklingsnivået på egenhånd, men sammen med andre er det mulige utviklingsnivået høyere. Forskjellen mellom det eksisterende nivået og det mulige nivået, kaller Vygotsky for den nærmeste utviklingssonen, og han hevder den beste læringen skjer her. Dette viser at det eleven klarer med hjelp en dag, kan eleven klare på egenhånd neste dag. Freidel et al. (2008) bekrefter at elever som er aktive, både i individuelt arbeid, men også i diskusjon og refleksjon med andre, har best mulighet for å utvikle både naturfaglige og kritiske kunnskaper. Med en lærerstyrt utforskende aktivitet, viser resultater av Nisa et.al (2017) sin studie at elevene har en signifikant økning i forståelse av vitenskapelige prosesser, utvikling av kritisk tenkning og evnen til å forutsi resultater. Videre kan bruk av lærerstyrte aktiviteter være effektiv når det gjelder elevers evne til problemløsning og konstruksjon av kunnskaper i en større kontekst.

Elevers engasjement i utforskende aktiviteter handler om å være aktive og om å skape mening til en naturfaglig idé eller en hverdagsoppfatning (Harida, 2016; Friedel et al, 2008; Prayogi et al., 2017). Utforskende aktiviteter kan være en måte å skape sammenheng mellom elevenes egne tanker og ideer og de faktiske oppgavene i klasserommet. Hairida (2016) hevder at elevene må utvikle ferdigheter som gjør dem nysgjerrige på å undersøke vitenskapelige kunnskaper og tenkemåter. Gjennom en aktiv deltakelse i undervisningen, for eksempel gjennom utforskende arbeid, kan hjelpe elever i utviklingen av kritiske evner. Gjennom styrte utforskende aktiviteter får elevene trening i kompetanser som handler om å skape forklaringer, refleksjon og evnen til å evaluere eget og andres arbeid (Prayogi et al., 2017). For å gi elevene en bedre forståelse av hva naturfaget innebærer, kan en sosial side med skriving bli brukt i utforskende arbeid (Bjørkvold, 2020, s.67). Videre hevder Bjørkvold (2020, s.81) at elever som arbeider med utforskende arbeidsmetoder er avhengige av tekst for å kunne både planlegge arbeid, samle og håndtere data, i tillegg til å presentere de funnene de finner. Dette samsvarer med hvordan forskere arbeider, og tekster kan derfor gi rom for refleksjon og kritisk tenkning, som er både krevende, men også avgjørende for en utforskende arbeidsprosess.

#### 2.4.1 FOF-strukturen i utforskende arbeid

Forutsi, observer og forklar eller «FOF-metoden», er en didaktisk arbeidsmetode som har som formål å stimulere elever til å sette ord på sammenhengen mellom observasjonene de får, og naturfaglige fenomen og begreper (Kolstø, 2016, s.141). Målet er å beskrive eller forklare observasjonene slik at elevene selv klarer å se sammenhengen mellom det teoretiske og det

praktiske. Ideen er å strukturere elevenes samtaler, tanker og ideer knyttet til et eksperiment eller elevøvelse. Et annet mål er at alle elevene skal kunne delta i aktiviteten, fordi det handler om elevenes personlige oppfatning av hva de tror skal skje i øvelsen. FOF-metoden vil derfor kunne både være helt elevstyrt og utforskende, men også delvis lærerstyrt, og likevel være utforskende. Begrepet *å utforske* brukes for å beskrive det forskere gjør når de prøver ut og undersøker et fenomen eller problemstilling (Korsanger, 2018, s.82). I naturfaget og i naturvitenskapen handler dette om å finne, vurdere og utvikle svar i en utforskende prosess gjennom å stille spørsmål og bruke data, kunnskap og informasjon.

I denne strukturen vil elevene først fortelle eller skrive ned hva de tror kommer til å skje i eksperimentsituasjonen. Dette må skje før forsøket settes i gang, men etter det er rigget opp og forklart av læreren, slik at elevene har en forutsetning til å kunne forutse hva det er som skal skje. Dette krever at elevene setter seg inn i situasjonen, og bruker allerede etablert bakgrunnskunnskap for å se for seg en mulig hendelse. Det å aktivt bruke bakgrunnskunnskap, er en av de områdene som Bailin et al. (2002) trekker fram som en av de grunnleggende kompetansene i kritisk tenkning. Alle har mulighet til å delta da den personlige oppfatningen er det sentrale i denne delen av aktiviteten (Kolstø, 2016, s.142) Læreren kan selv velge hvordan arbeide med forutsigelsene. De kan bli tatt opp i plenum og diskutert hvis det er ulikheter i forutsigelsene, eller læreren kan bruke forutsigelsene til å stille spørsmål underveis slik at elevene blir utfordret på sine tanker.

Naturvitenskap handler ofte om å ha en klar tanke på hva man tror skal skje, også blir denne ideen enten styrket eller svekket av observasjoner. Det er derfor viktig å arbeide med slike forestillinger av elevers forventninger for hva som skal skje. Kolstø (2016) sier videre at det er muligheter for å få elevene til å begrunne sin forutsigelse. Som regel handler dette om å få elevene til å tenke i naturvitenskapelige sammenhenger, og man kan bruke aktiviteten som et kritisk eksperiment som avklarer hvilke av teoriene som stemmer med observasjonen. Når forsøket eller elevaktiviteten gjennomføres, er målet at elevene skal diskutere seg fram og bli enige om hva som faktisk skjedde. Kolstø (2016, s.143) hevder denne diskusjonen er viktig, da elevene kan ha observert ulike ting, og hvis læreren konkluderer før denne diskusjonen har blitt gjennomført, kan det virke hemmende på elevengasjementet.

Det siste steget i metoden handler om at elevene skal vurdere de ulike hypotesene eller forutsigelsene, og hvilke av dem som ble støttet av observasjonene (Kolstø, 2016, s.143). Målet er at både de elevene som har forutsett feil og de som har forutsett riktig, skal kunne resonnerer over problemene med sin hypotese, og komme med en forklaring på den naturfaglige ideen som



eksperimentet handlet om. Her vil det være relevant å bruke den *forklaringssjangeren*, som blant annet Mestad og Kolstø (2014) presenterer. Forklaringssjangeren har en klar struktur, og et klart mål, der elevene skal prøve å snakke om og forstå verden på en naturvitenskapelig måte. Selve FOF-strukturen bygger på at elever skal kunne lære seg nye måter å tenke på og ulike måter å formulere sine tanker (Kolstø, 2016).

Mye av læring i naturfaget handler om å knytte linjer mellom begreper og observasjoner. I følge Vygotsky (1980) er det bruk av språk og symboler til beskrivelser som gjør elevene i stand til å identifisere observasjoner. Videre hevder han at bruken av språk og tenkning foregår i alle faser av læring, og at det er helt sentralt også i praktisk arbeid. En annen læringspsykolog er Jean Piaget, og vi kan se arbeid med FOF-strukturen i lys av hans tanker om at mennesker lærer ved å beskrive tolkninger ut ifra observasjoner. Hvis forventningene passer med observasjoner, så blir de tatt inn i allerede eksisterende forestillinger, og denne prosessen kaller Piaget (1952) for assimilering. Hvis de derimot ikke passer med eksisterende forestillinger, vil elevene kjenne på en frustrasjon, og vil derfor prøve å justere eller å rette på den eksisterende forestillingen. Dette kaller Piaget for akkomodasjon, og den nye forestillingen eller forventningen, vil videre bli utfordret av nye observasjoner eller erfaringer. Det som er noe problematisk med denne ideen, er at han framstiller det som at læring er en individuell og kognitiv prosess. Dette strider imot Vygotskys tankegang om at læring skjer gjennom bruk av språk og dialog i samspill med andre (Kolstø, 2016). Likevel hevder Piaget (1952) at det er nødvendig å kommunisere med andre for å kunne utvikle og teste ideer fra virkeligheten. Dette gjør at man kan konkludere at det å beskrive virkeligheten, basert på observasjoner og bruk av språket, bidrar til utforskende samtaler og arbeid, i tillegg til kritisk tenkning og læring i klasserommet.

Proessen der elevene enten får resultater som passer med hypotesen, eller ikke, må elevene uansett utforske arbeidet videre. Frøyland et.al (2018, s.86) presenterer åtte prosesser som er sentrale i utforskende arbeid hos elevene. Disse blir ofte kalt *thinking moves* og i utforskende arbeid i FOF-strukturen, vil elevene enten kunne møte at forutsigelsen deres stemmer, eller at den ikke gjør det. De må bygge tolkninger basert på observasjoner og bevis, gjøre koblinger og vurdere ulike synspunkter og perspektiver. Hvis elevene møter på motstand, og forutsigelsen deres ikke stemmer, handler arbeidet videre om å finne en forklaring på hvorfor observasjonene deres sier noe annet enn forutsigelsen. Da må elevene stille nye spørsmål, og dermed kan de avdekke en kompleksitet ved problemet som de ikke var klar over. Disse tankeprosessene beskriver Frøyland et al. (2018) som sentrale i arbeid med utforskende arbeid i naturfaget.

Derfor vil også styrte aktiviteter i en FOF-struktur også kunne være utforskende, hvis læreren ønsker at det skal være målet med aktiviteten.

#### 2.4.2 En utvidelse av FOF-strukturen – en utforskende samtale

Utforskende arbeid inneholder mange ulike deler og kan utføres på mange ulike måter. En av delene som blir sett på som sentralt i arbeid med utforskende aktiviteter handler om kommunikasjon. Mercer (2019, s.165) hevder dialog kan være en sentral del av elevers utvikling av blant annet kritisk tenkning. Denne dialogen kan komme fram gjennom både dialog mellom lærer og elev, og elev-elev-dialog. Læring gjennom dialog er ikke en selvfølge, og Mercer deler elevdialog inn i tre ulike typer: den konfliktfylte, den kumulative og den utforskende dialogen (Mercer, 2019, s.165). Hvis en elevdialog består av konfliktfylte diskusjoner der uenigheter og manglende samarbeid, hevder Mercer (2019) er lite lærerike. I de kumulative samtale baserer elevene seg mer på enighet og samarbeid, men elevene er ofte ukritiske og bygger opp kunnskap basert på de innspillene som kommer. Derimot vil elever som bruker utforskende samtaler, kunne kritisk og konstruktivt vurdere egne og andres innspill, komme med begrunnelser, være aktive både som lyttere og deltakere og sammen jobbe mot en felles enighet (Mercer, 2019, s.290). Denne ideen er bakgrunnen for å utvide den klassiske pedagogiske arbeidsmetoden, FOF, med en reflekterende, utforskende dialog, der elevene får mulighet til å diskutere og justere sine forklaringer.

Elevene vil i fellesskap konstruere faglige forklaringer og kunnskaper, som de ellers ikke ville klart på egenhånd, en samkonstruksjon (Mercer, 2019, s.290-291). Dette vil bidra til at elevene som har ulike forklaringer og strategier kan komplimentere hverandre, slik at de har et bedre utgangspunkt til å tilegne seg kunnskapen. Elevene må få mulighet til å uttrykke sine ideer, med deres eget språk (Kolstø, 2018, s.164). Dialog med andre kan legge til rette for at det er lov til å feile, uten at de nødvendigvis blir korrigert av lærer. Kolstø (2018) skiller videre dialog som handler om å stille spørsmål til hverandre, og gruppediskusjoner. Han vurderer begge som nyttige i utforsking, på forskjellige måter, men at det er grunn til å tro at disse dialogene kan styrkes ved ulike tiltak fra læreren. Dette kan videre støtte elevenes utforskningsprosess, hvis tiltakene blir gjort riktige. Noen tiltak handler om å bygge problem og spørsmål på kunnskaper elever allerede har tilegnet seg. Til slutt nevner Kolstø (2018, s.165) at det bygge utforsking på samtaler krever konsekvent trening over lengre tid.

## 2.5 Å skrive i naturfag

Sosiokulturelle læringsteorier påstår at læring er nært knyttet opp til bruk av språket, og at mennesket lærer og tenker gjennom å formulere sine erfaringer språklig (Mestad et al., 2019, s.135). Innenfor disse tankegangene er man opptatt av at språkbruk henger sammen i den situasjonen som språket blir brukt i. Språket vil derfor variere i ulike situasjoner, og vil dermed variere gjennom snakk, skriving og andre uttrykk. Skriving må derfor læres som en ferdighet i naturfaget, og det å lære naturfag handler om å kunne anvende språklige verktøy i form av formler, uttrykk og begreper. Eleven skal også bli en del av et sosialt felleskap og bli fortrolig med den naturvitenskapelige språkbruken. Vygotsky (2001, s.164) hevder at å ytre sin kunnskap er en svært komplisert tankeprosess. Flere teorier støtter ideen om at barn benytter seg av resonnering for å kunne argumentere for sine synspunkter, og deretter fatte sine egne tanker. Det å kommunisere sine tanker og sitt språk, kan bidra til å organisere barnets egne tanker i en mental utvikling som ligner hvordan voksne sorterer tankene sine (Mestad et al., 2019).

Det å skrive er viktig både i naturfaget som skolefag, men også i naturvitenskapen (Knain, 2012, s.70). Skriving er essensielt både for å få oversikt, formidle kunnskap, planlegge og systematisere informasjon (Bjørkvold, 2020; Norris & Phillips, 2003). Skriving i fag har som formål å informere eller overtale et publikum, men skal også bidra til forståelse og konstruksjon av kunnskap. Videre er det naturlig å bruke naturfagets sjangre når elevene skal lære å skrive i faget. Dette er for det første viktige redskaper for å lære normer i yrker der naturvitenskap er viktig, i tillegg er det viktig å gi elevene kjennskap til de naturfaglige sjangrene (Knain, 2012, s.78). Skriftlig arbeid kan også være en ressurs for læreren i arbeid med å kartlegge og forstå elevenes faglige styrker og utfordringer. Elevene kan derfor lære å skrive, men også skrive for å lære.

I undervisningssammenheng består skriving i naturfag i stor grad av rapporter fra forsøk, og besvaring av faktaspørsmål (Bjørkvold, 2020, s.67). Læring i naturfaget handler om mye mer enn det å lære fakta, begreper, definisjoner eller å gjennomføre eksperiment (Mork & Erlien, 2017, s.21) Faget handler blant annet om den naturfaglige allmenndannelsen, og dette innebærer å lese og skrive naturvitenskapelig. Forskning har vist at skriving i naturfag ofte er lite varierende, og flere studier viser at elever sjeldent skriver noe før de har gjort praktiske aktiviteter (Mork & Erlien, 2017, s.90). Rowell (1997) konkluderte med at elever har problemer med å forklare observasjoner, i tillegg til å bruke naturvitenskapelige begreper når de skriver rapporter i etterkant av eksperiment eller elevaktivitet. Videre har nyere forskning vist at elever

sjelden skriver argumenterende tekster, eller utvikler egne ideer eller tanker gjennom skriving (Mork & Erlien, 2017, s.90-91). De skriveoppgavene elevene får, krever ofte lite refleksjon eller tolkning, og de fleste vurderingssituasjoner i skolen handler om å definere begreper i korte svar, eller å forklare et fenomen ved hjelp av reproduksjon av fakta.

### 2.5.1 Forklaringssjanger

Gjennom sine forskningsprosjekt i ElevForsk har Mestad og Kolstø (2014) prøvd ut en systematisk bruk av skriving i sjangrene forklaring og eksperimentrapport. De ulike sjangrene har blant annet noe ulikt formål. Eksperimentrapporten har som formål å argumentere for en påstand ved hjelp av data. Forklaringssjangeren har som mål at leseren skal forstå et fenomen eller en teori. Begge sjangrene inneholder både teori og observasjoner og inneholder muligheter for å fremme elevenes evne til å se sammenhenger mellom observasjoner og teori, og argumentere for påstander i lys av dette (Mestad et al., 2019).

Det finnes ulike modeller for kritisk tenkning som viser til kjennetegn for kritisk tenkning, og hvordan man skal arbeide med det i naturfagundervisningen. Disse delene handler blant annet om kunnskap om temaet og ferdigheter i form av evnen til å evaluere og analysere informasjon, holdninger og kriterier som sikrer kvalitet i tenkningen. Elevene skal også kunne formulere og teste hypoteser, i tillegg til å kommunisere dette med medelever og læreren. Disse elementene finner vi også både i forklaringssjangeren og i eksperimentrapporten. Forklaring som sjanger har en pedagogisk funksjon (Mestad et al., 2019), og ett av målene er at elever skal få en innføring i den vitenskapelige tenkemåten. Vi kan videre splitte en forklaring opp i tre deler der den første handler om å identifisere fenomenet. Den andre handler om å beskrive ulike faktorer som sier noe om bakgrunnen eller årsaken til fenomenet. Den siste delen handler om å koble fenomenet og årsaken til fenomenet sammen. Mestad og Kolstøs (2014) forskning viser at elever ønsker å skrive framgangsmåter, og at de er redde for å skrive ting som er «faglig feil». Derfor prøvde de ut en mer styrt tilnærming til forklaringssjangeren, der elevene ble oppfordret til å skrive forklaringer uten hensyn til lærerens vurdering av forklaringen. Dette gjør at elevene i større grad formulerer, diskuterer, vurderer og begrunner egne tolkninger av observasjonene og teorien de blir presentert.

I styrte utforskende aktiviteter er det viktig at læreren tilrettelegger for nye situasjoner der elevene kan teste ut forklaringene sine opp mot nye observasjoner, andres tolkninger og naturvitenskapelige forklaringer (Mestad et al., 2019). Det er også viktig at observasjonene blir som forventet, og at framgangsmåte og bruk av utstyr blir nøye og presist brukt. Dette gjør at elevene videre kan verdsette kriterier for presisjon, validitet og at de kan lære hvordan de kan

kontrollere de ulike variablene. Dette hevder Ennis (1987) er en av de sentrale områdene i arbeid med kritisk tenkning i skolen. Elevene må stole på sine egne resultat og eventuelt kommentere eller rette på ulike feilkilder, for å argumentere for de resultatene som har kommet fram. I styrte utforskende aktiviteter, der målet er en forklaring av et naturfaglig fenomen, trenger ikke nødvendigvis elevene å vurdere om metoden er rett, eller om målingene er usikre (Mestad et al., 2019). Dette gjør at styrte utforskende aktiviteter har mindre til felles med den naturvitenskapelige arbeidsmåten enn andre typer aktiviteter. Likevel vil kunnskap om presisjon og validitet kunne bidra til at elevene stoler på egne resultat og derfor kan utvikle faglig resonnering og begrepsforståelse gjennom å forklare hvordan verden rundt oss er satt sammen.

## 2.6 Hvordan kjennetegner vi kritisk tenkning i naturfag?

Interessen for kritisk tenkning går helt tilbake til tidlig tid av utdanning, og både Platon og Aristoteles snakket om kritisk tenkning (Vieira et al., 2011, s.43). Det har siden 80-tallet vært en markant økning både i interessen for og utviklingen av kritisk tenkning som begrep i skolen. Prosessen har vært innovent i ulike deler, blant annet at kritisk tenkning er nødvendig for kreative problemløsninger, det å ta gjennomtenkte og reflekterte valg, og i det å gjøre undersøkelser. I senere tid er kritisk tenkning også kategorisert som en viktig del i metakognitiv refleksjon, i tilfeller der elever trenger å være mer bevisst på sin egen tankeprosess. Det har blitt presentert ulike definisjoner for kritisk tenkning, men det er ingen generell enighet om akkurat hvordan definisjonen skal formuleres. Ennis (1987, s.10) definerer kritisk tenkning som «*grunnlagt, reflektert tenkning som er sentrert rundt det å bestemme hva man skal tro eller gjøre, og at dette involverer både kognitive evner og holdninger*». Det har vært ulik praksis på hvordan kritisk tenkning har vært inkludert i utdanningen. Det er vanskelig å knytte kritisk tenkning sammen med annen sosial kunnskap og kompetanse på å bidra til både samfunnet og demokratiet. En av disse utfordringene handler om at lærere synes det er vanskelig å definere begrepet og har ikke en klar ide på hva kritisk tenkning er, og at kritisk tenkning har forskjellig betydning i ulike kontekster.

Kritisk tenkning som begrep framstilles også ufullstendig og upresis i læreplaner (Børresen, 2021). I skolen og i Fagfornyelsen legges det stor vekt på at kildekritikk og kritisk tenkning blir sett på som en mer teknisk metode for læring. I mange framstillinger av kritisk tenkning legges det vekt på ulike psykologiske sider ved tenkning, som å være skeptisk eller å tvile, løse problemer, i tillegg til å respektere og å bry seg om andre (Børresen, 2021). Andre hevder kritisk tenkning handler om logikk, i form av ferdigheter, kunnskaper eller teknikker. I dette kapittelet

vil jeg presentere ulike tanker, modeller og rammeverk som blir brukt i arbeid med kritisk tenkning i skolen.

Børresen (2021) begrunner nødvendigheten av at de nye læreplanene prioriterer kritisk tenkning, nettopp fordi at samfunnet har et behov for barn og unge som reflekterer, er utforskende, kreative og kritiske. Det finnes likevel ulike bidrag til hva som kan sees som kjennetegn ved kritisk tenkning. Ennis (1996, s.165) hevder at å se på kritisk tenkning som bare en ferdighet blir for mangelfull, og at en persons holdninger også er avgjørende for deres evne til å tenke kritisk. Bailin (2002, s.361) mener at synet på kritisk tenkning har vært for smalt, og at utvikling av kritisk tenkning utfolder seg på mange måter. Hennes bidrag til forskningsfeltet om kritisk tenkning handler om hvordan elever evner å bruke kunnskaper når de handler kritisk, både i bruk av forkunnskaper, men også i tilegnelsen av ny kunnskap. Facione (1990, s.4) samlet en rekke forskere og eksperter på kritisk tenkning i et panel, der de diskuterte utdanning, pedagogiske strategier og kognitive ferdigheter som kjennetegner kritisk tenkning. Vieira et al. (2011, s. 50) samler disse ulike momentene fra både Ennis, Bailin og Faciones teorier om kritisk tenkning. De setter dem sammen til et rammeverk for kritisk tenkning som omhandler både holdninger, kunnskaper, ferdigheter og til slutt deres eget bidrag som handler om kriterier.

### 2.6.1 Ennis og holdninger

Ennis (1987, s.10) deler kritisk tenkning inn i fem ulike nøkkelement – praktikalitet, refleksjon, fornuft, tro og handling. Han definerer derfor kritisk tenkning som en praktisk og reflekterende aktivitet, der målet er å finne ut hva man skal tro eller hva man skal gjøre basert på fornuft. Dette gjør kritisk tenkning til en faglig og en hverdagslig aktivitet, mye på grunn av at all oppførsel og handling avhenger av hva man bestemmer seg for å gjøre. Det er gjort ulike forsøk på å identifisere de ulike holdningene som kan påvirke et menneske sin evne til å tenke kritisk. Ennis (1996, s.166) hevder at holdninger er vanskelig å lete etter, og han mener det må skje noe for at holdningene kommer til syne. Dette er viktig å ha i bakhodet når man arbeider med utviklingen av holdninger i arbeid med kritisk tenkning. I noen tilfeller vil en spesiell holdning komme fram som den man «bør» ha, noe som også kan være problematisk i arbeid med utvikling. Dette gjør at elever kan velge den enkleste utveien, og holdninger som eleven egentlig ikke innehar, kan likevel vises (Ennis, 1987, s.10).

Det er utviklet teorier om hvordan holdninger er satt sammen, og en av dem handler om at en har tre komponenter: tilbøyelighet, følsomhet og ferdighet (Ennis, 1996, s.167). Ennis (1987, s.11) hevder at det er sentralt i arbeid med utvikling av holdninger i kritisk tenkning, nettopp for å vite hva hverdagslige situasjoner krever av en. Dette gjør arbeid med holdninger i skolen

vanskelig på grunn av kompleksiteten og hvordan arbeid med kritisk tenkning varierer mellom hverdagslige situasjoner og vitenskapelige tenkemåter.

Kritisk tenkning handler om et sett av ferdigheter og holdninger som blir satt i gang gjennom en høyere ordens tankeevne hevder Ennis (1987, s.11). Hvordan elevene skal utvikle evnen til å vurdere hva fornuften sier de skal tro eller gjøre, presenterer Ennis (1987, s.12) i sitt arbeid med å kartlegge en læreplan for kritisk tenkning. I denne oppgaven har jeg valgt å ta utgangspunkt i hvordan Ennis formulerer hvilke holdninger elevene må arbeide med for å utvikle evnen til kritisk tenkning. Han deler dem opp i 14 ulike kategorier oversatt av meg:

1. Søke etter en klar besvarelse på oppgaven eller spørsmålet
2. Søke etter begrunnelser
3. Ønske om å være velinformert
4. Bruke og referer til troverdige kilder
5. Få en oversikt over hele situasjonen
6. Være relevant til spørsmålet
7. Huske det opprinnelige spørsmålet
8. Se etter alternativer
9. Være fordomsfri
10. Ta posisjon (eventuelt endre posisjon) når bevisene viser det
11. Være så presis som mulig
12. Håndtere delene av en kompleks helhet på en ryddig måte
13. Bruke minst en ferdighet innen kritisk tenkning
14. Være sensitiv til andres kompetanse, følelser, utdanning og status

### 2.6.2 Facione og ferdigheter

Facione regnes av mange som en av de største bidragsyterne til arbeid og forskning på kritisk tenkning. Facione (1990) baserer sin Delphie studie blant annet på Ennis (1987) sitt tidligere arbeid om kritisk tenkning. Facione (1990) hevder at kritisk tenkning handler om å utvikle ulike kognitive egenskaper og tankesett, som spiller inn på følelser, istedenfor å vurdere om et svar kan være riktig eller galt (Facione, 1990). Han hevder kritisk tenkning handler om å trene elever opp til å bruke sin rasjonalitet på en undersøkende og selvstendig måte, slik at de vil kunne vurdere påstander og ta stilling til dem. Likevel har hva som kjennetegner kritisk tenkning vært svært omdiskutert, og hvordan ferdigheter innen kritisk tenkning kan trenes opp og forstås på tvers av fag, er fortsatt et viktig spørsmål. Facione (1990) trekker fram en voksende trend innenfor forskningsfeltet på kritisk tenkning på 80-tallet, der det ble bekreftet at utdanning

handler om prosesser innenfor utforskning, læring og tenking, istedenfor akkumulasjon av ferdigheter og informasjon.

Selv om kritisk tenkning ble tatt i bruk i skolene, fant ekspertene ut at begrepet var uklart og mange lærere synes det var problematisk å bruke det i undervisningen (Facione, 1990). Det var uenigheter om hvilke ferdigheter og holdninger som karakteriserer en kritisk tenkende elev. For å få en klarhet i begrepet og hvordan det skal brukes i skolen satt Facione (1990) sammen et ekspertpanel bestående av 46 mennesker, med både erfaring og kompetanse med kritisk tenkning. Facione sitt formål med denne kvalitative Delphi-studien var å konkretisere begrepet, slik at det ble mer anvendelig i skolen. I studien deltok ekspertene i ulike runder av spørsmålsbesvarelser som krever gjennomtenkte og detaljerte svar. Ekspertpanelet skulle videre arbeide med å søke konsensus om hvilken rolle kritisk tenkning har i opplæringen av barn og unge, og hvordan det brukes i undervisningen. De diskuterte videre hvordan kritisk tenkning skal vurderes, både i hverdagen og i skolen, og hvordan det skal læres vekk. Ekspertpanelet kom fram til at evnen til kritisk tenkning kan deles inn i to hovedkategorier der det er den første om ferdigheter som brukes i denne oppgaven. Den andre har jeg valgt å bruke Ennis (1987) sitt arbeid med holdninger, fordi Facione baserer her sitt arbeid på Ennis sitt.

- Skill Dimension (ferdigheter)
- Dispositional Dimension (holdninger)

Den første kategorien handler om ferdigheter som representerer god tenkning, og ekspertene kommer fram til seks ulike kjerneferdigheter, de deler videre inn i underkategorier som tydeliggjør den enkelte ferdigheten. Ekspertgruppen påpeker også at ferdigheten kan grupperes på forskjellige måter, og at denne klassifiseringen ikke nødvendigvis ekskluderer andre måter å gjøre det på.

<b>Ferdigheter</b>	<b>Underferdigheter</b>
Tolke	Kategorisering, avkoding og avklare betydninger
Analysere	Undersøke ideer, identifisere argumenter og analysere argumenter
Vurdere	Vurdere troverdighet og vurdere argument
Konkludere	Undersøke bevis, formulere alternativer og trekke konklusjoner
Forklare	Beskrive resultat, rettferdiggjøre prosessen og presentere argument
Selvregulering	Selvrefleksjon og selvkorrigerings

Tabell 2: Konsensusmodellen av Facione (1990)



Videre forskning av Facione (2000) viser at ferdigheter innenfor kritisk tenkning virker positivt på motivasjonen til kritisk tenkning. Dette betyr at arbeid med å utvikle ferdigheter innenfor kritisk tenkning kan bidra til at elevene både utvikler en kompetanse til å tenke kritisk, men også viljen til å gjøre det. Facione (2000, s.61) har derfor sett på korrelasjonen mellom motivasjon til å drive kritisk tenkning og elevenes spesifikke ferdigheter. Han hevder at læreren er avgjørende for elevenes utvikling, gjennom det å være en god veileder og en god kritisk tenker selv. En god kritisk tenker evner både å reflektere, utforske og analysere, men den gode kritiske tenkeren velger også å gjennomgå disse prosessene for å utvikle en dypere forståelse (Facione, 2000, s.65). Dette betyr at ferdigheter i kritisk tenkning påvirker holdningene man har, og bidrar til gode metakognitive vaner. Likevel trekker Facione (2000, s.79) fram motivasjon som faktor for læring, og at vi lærer best det vi ønsker å lære. Dette betyr at læreren må være tydelig på at kritisk tenkning er nyttig å lære.

### 2.6.3 Bailin og kunnskaper

Et annet sentralt bidrag i arbeid med kritisk tenkning i skolen er Sharon Bailin sin modell for intellektuelle ressurser. Bailin (2002) hevder at det er bredt akseptert at utvikling av kritisk tenkning er et av målene i naturfagundervisning. Likevel mangler forskningsfeltet en sammenhengende og forsvarlig oppfatning av kritisk tenkning. Dette fører til at mange forsøk på å arbeide med kritisk tenkning i naturfaget mangler det som ansees som grunnlaget for kritisk tenkning. Hennes forskning baserer seg på karakteriseringen av kritisk tenkning som prosess eller som ferdighet og skiller kritisk tenkning i fra kunnskap (Bailin, 2002). Tidligere forskning på en pedagogisk vinkling av kritisk tenkning baserer seg ofte på teorier om både kognitiv utvikling, kritisk tenkning og vitenskapelig tenkemåte. Derfor hevder Bailin (2002) at oppfatningen av kritisk tenkning er problematisk, nettopp fordi det er uklart hvordan kritisk tenkning kan brukes i skolen.

Facione (1990) hever at kognitive ferdigheter, mentale prosesser og holdninger er kompetanseområder for kritisk tenkning. I sin forskning kritiserer Bailin (2002) denne tankegangen. Hun hevder at ideen om at kritisk tenkning handler om en serie av mentale prosesser er problematisk av ulike grunner. En av dem handler om at mentale prosesser er vanskelige å observere, og dermed også vanskelig å vurdere. Andre kognitive ferdigheter som trekkes fram i teorier om kritisk tenkning handler om problemløsninger, tolkninger, kildekritikk og lignende. Bailin (2002) stiller seg kritisk til denne ensidige oppfatningen, fordi den antar at alle problemstillinger eller tolkninger hører sammen med en mental prosess, og at disse prosessene gjennomføres ukritisk. Hun mener at kritisk tenkning vil skje som en respons til en

gitt problemstilling, oppgave eller spørsmål, dersom personen har en grunnleggende kunnskap i den gitte konteksten.

Bailin et al. (1999) presenterer fem intellektuelle ressurser som kjennetegner kritiske tenkere. Dette peker på at det ikke er nok med ferdigheter og disposisjoner, men at den som driver med kritisk tenkning må ha kunnskap, ikke bare i det som skal diskuteres eller vurderes, men også i kritisk tenkning i seg selv. Disse fem intellektuelle ressursene, eller kunnskaper som de i denne oppgaven blir kalt, Bailin et al. (1999) peker på er:

1. Bakgrunnskunnskap i saken som skal diskuteres
2. Ferdigheter i bruken av vurderingskriterier på det aktuelle fagområdet
3. Kunnskap om nøkkelbegreper og grunnleggende faglige ideer
4. Prosedyrer og strategier for utforskning og kritisk vurdering
5. Holdninger som fremmer lyst og søken etter kvalitet og nøyaktighet

#### 2.6.4 Vieira og kriterier

Vieira et al. (2011, s.40) trekker fram flere argumenter på hvorfor kritisk tenkning er sentralt i både naturfagundervisningen, men også i utdanning generelt. De hevder at kritisk tenkning er en sentral og en grunnleggende egenskap i det moderne livet, som blant annet handler om å skape mening om verden, og delta aktivt i arbeidet for å forstå egne og andres tanker. De mener at kritisk tenkning bør systematisk læres, brukes i ulike kontekster og i ulike fag gjennom hele utdanningen. Elever må være i stand til å tenke kritisk for å kunne legge fram rasjonelle grunner som rettferdiggjør meninger og for å beskytte seg selv mot manipulasjoner og uriktige eller dårlig argumenterte påstander. Kritisk tenkning er avgjørende for å være i stand til å ta avgjørelser av verdi for seg selv og for andre, og bidrar dermed mot en egosentrisk tankegang, fordi avgjørelsene må også ha verdi for andre. Videre er kritisk tenkning viktig for sosioøkonomisk utvikling, for å beskytte miljøet og naturen, og å legge til rette for at økologiske miljøer overlever.

Vieira et al. (2011) kritiserer at det tidligere har vært en «kokebokoppskrift» på hvordan kritisk tenkning skal brukes i undervisningen. De mener at eleven må være aktiv i arbeidet med kritisk tenkning. Tidligere studier på kritisk tenkning, blant annet Bailin (2002) og Facione (1990) har stort fokus på den enkelte elevs autonomi, men Vieira et al. (2011) hevder at sosiale aspekter, identitet, faglig bakgrunn, og sosial praksis også må knyttes sammen med kritisk tenkning. De presenterer derfor sin egen modell for arbeid med kritisk tenkning i skolen. Denne modellen baserer seg på de tidligere modellene fra Facione og Bailin, og knytter disse to sammen. Vieira

et al. (2011, s. 48) introduserer også en ny kategori som handler om kriterier for kritisk tenkning i naturfaget. For nettopp Bailin (2002) presiserer at kvaliteten i den kritiske tenkningen også er avgjørende for utfallet. For å vurdere kvaliteten i tenkningen har derfor Vieira et al. (2011) utviklet den nye kategorien om kriterier for tenkningen. Denne kategorien deler de videre i underkategorier som kan bidra med å styrke elevenes kritiske tenkning. Disse underkategoriene handler om kontroll over variabler, validitet og kredibilitet i tillegg til presisjon i datainnsamling.

Dette rammeverket baserer seg på verdien om «Scientific Literacy for all». NRC beskriver Scientific Literacy som den kunnskapen og forståelsen av naturvitenskapelige konsepter og prosesser, som dermed danner grunnlaget for personlige beslutninger, deltakelse i samfunnet og kulturelle aktiviteter (Vieira et al., 2011, s.49). Det handler om en allmenn kunnskap til å vurdere og forstå forskning som blir publisert, og for å videre delta i sosiale diskusjoner om validitet og kvalitet i forskningen. Dette betyr at den enkelte elev må identifisere vitenskapelige utfordringer som publisering av forskning har. En kyndig borger har dermed evnen til å evaluere kvaliteten til forskning, gjennom både kilden den er publisert i, men også gjennom de metoder som blir brukt, og til slutt vurdere argumentasjonen for bevisene. Videre hevder de at måten å oppnå Scientific Literacy for all, baserer seg på utvikling av kompetanser som kommer fram gjennom kunnskaper, ferdigheter og holdninger. Vieira et.al (2011) definerer begrepet kompetanse som en evne til å bruke kunnskaper og ferdigheter riktig, og at kompetanse realiseres gjennom handling.

Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) har brukt rammeverket som de sammen utarbeidet i 2011, for å knytte kritisk tenkning sammen med Scientific Literacy. I sin studie reflekterer de over hvordan elever kan spørre og finne svar på spørsmål ut ifra sin egen nysgjerrighet i hverdagen.

De hevder at å beskrive, forklare og forutse naturfaglige fenomen er elementer av kritisk tenkning i skolen. Kommunikasjon basert på kunnskap, og ferdigheter i kildekritikk og argumentasjon også baserer seg på naturfaglige arbeidsmetoder. Sjøberg (2009, s.244) hevder at vitenskapen har endret seg fra hva den har vært tidligere, og at skolen kan idealisere en versjon av vitenskapen som ikke stemmer. Videre beskriver Sjøberg (2009, s.41) at utdanning er noe alle har rett på, og begrepet allmenndanning blir ofte brukt for fram for noe vi anser som felles og noe som skal nå ut til alle, ikke bare til en elite. Arbeid med kritisk tenkning i skolen kan derfor bidra til Scientific Literacy for all, ikke bare eliten.

### 3.0 Metode

Målet med denne oppgaven er å utforme et analyseverktøy som kan brukes i arbeid med å kartlegge elevers evner i kritiske tankeprosesser. Metoden som er brukt for å nå dette målet er todelt, der jeg først har gjennomført en teoretisk analyse av tidligere studier, modeller og rammeverk for kjennetegn på kritisk tenkning. Deretter brukes teorien til å utvikle et eget analyseverktøy basert på egne vurderinger, formuleringer og valg. Her har jeg sett på kompetansemålene i naturfaget (Kunnskapsdepartementet, 2019), og dermed formulert kjennetegn som kan passe med kompetansemålene. Likevel er ikke kritisk tenkning ikke nevnt spesifikt mer enn én gang etter 10. trinn og 7. trinn. Derfor ble det nødvendig å vurdere hvordan kjerneelementene (Kunnskapsdepartementet, 2018) og verdier for naturfaget bruker kritisk tenkning, når jeg formulerer kjennetegnene (Kunnskapsdepartementet, 2017). Dette begrunnes med at målet med oppgaven handler om å utvikle et verktøy som kan brukes i egen undervisning, og da ble det naturlig å ta med dette.

Videre har jeg samlet inn elevtekster i en undervisningstime der elevene besvarer spørsmål innenfor FOF-strukturen, som er beskrevet tidligere i denne oppgaven. Jeg vil analysere elevtekstene basert på en kvalitativ innholdsanalyse, der jeg bruker deler av analyseverktøyet jeg har utviklet, og tester hvordan det kan brukes i denne undervisningssituasjonen. De etiske aspektene har jeg derfor valgt å knytte til innsamling av datamaterialet fra elevene, og vurdere de valgene som jeg tok rundt personvern, fordi jeg ser på det som mest relevant i denne oppgaven. Dette begrunner jeg med at teorien på kritisk tenkning allerede er etablert, noe som vises i antall situasjoner jeg presenterer i kapittel 3.1.

Med et utvalg på kun en klasse er jeg klar over at alle kjennetegn på kritisk tenkning ikke vil forekomme i denne oppgaven. Jeg har derfor valgt å bruke noen av kategoriene som er utarbeidet i analyseverktøyet, for å vurdere elevenes kritiske tanke i dette skriftlige arbeidet. På bakgrunn av dette vil det derfor kun være en noen av kategoriene som blir representativt i resultatet i denne oppgaven. Jeg vil likevel argumentere for hvorfor analyseverktøyet i sin helhet, også kan vurderes som et resultat i denne oppgaven. Dette vil skje i diskusjonskapittelet.

I dette kapittelet vil jeg først presentere hvordan jeg gikk fram når jeg gjennomførte den teoretisk argumenterende analysen av de modellene, studiene og teorien som allerede finnes på kritisk tenkning i naturfaget. Her vil jeg synliggjøre de valgene jeg tok og hva som lå til grunn for disse valgene. Videre vil jeg presentere den metoden som ble brukt for å analysere elevtekstene, og kjennetegn på det kvalitative forskningsdesignet. Jeg vil også presentere hvordan analysen av elevtekstene ble gjennomført, og hvordan datamaterialet var. Til slutt vil

jeg vurdere de ulike etiske aspektene av denne masteroppgaven, i tillegg til å vurdere kvaliteten på egen forskning.

### 3.1 Teoretisk argumenterende analyse

Det finnes mange eksempler og mye teori på hva kritisk tenkning i naturfaget handler om, men som nevnt i teorikapittelet så er det ingen generell enighet og ingen fasit på hvordan lærere skal arbeide med kritisk tenkning i skolen. Kritisk tenkning i naturfaget kommer fram som en del av verdigrunnlaget i faget, men etter en gjennomgang av læreplanen og kompetansemålene i faget så er det vanskelig å tolke hvordan denne verdien skal komme fram. For å få en oversikt over hva litteratur hevder er kjennetegn på kritisk tenkning i naturfaget, begynte jeg med en modell som kom ut i 2021, og kan derfor regnes som ny på forskningsfeltet. Denne modellen ble utarbeidet i forbindelse med ARGUMENT-prosjektet, som er gjennomført i samarbeid med Bergen kommune, Høgskulen på Vestlandet og Universitet i Bergen. Denne modellen baserer seg på Facione (1990) og Bailin et. al (1999) sine modeller om kjennetegn på kritisk tenkning. Det finnes en nyere modell på kritisk tenkning av Vieira et al. (2011), som baserer seg på Facione og Bailin, men denne tar med seg nye aspekt og vurderinger. I tillegg baserer Facione (1990) sin konsensusmodell seg på arbeid gjort av Ennis (1987). Disse fire danner derfor grunnlaget for den teoretisk argumenterende analysen.

De fire modellene blir valgt for å få en oversikt over kjennetegn på kritisk tenkning. De ble valgt blant annet fordi de viser ulike vinklinger og vurderinger på hva kritisk tenkning handler om, og hvilke kjennetegn de ulike vinklingene inneholder. De er alle rettet mot naturfaglig opplæring og kan derfor knyttes til faget i skolen. I tillegg er disse modellene også kjent eller delvis kjent gjennom min egen lesing om kritisk tenkning. Andre modeller kunne vært aktuelt å ta med, men på grunn av rammene for oppgaven, kan det forsvares at fire ulike modeller vil gi både en bredde, men også en dybde på fagområdet.

Etter arbeid med kartlegging av teorien på kritisk tenkning, har jeg valgt å bryte ned den kunnskapen jeg har tilegnet meg til fire ulike kategorier som kan kjennetegne ulike områder ved kritisk tenkning i skolen. Med utgangspunkt i disse har jeg produsert et verktøy som jeg kan bruke for å analysere og kartlegge kritisk tenkning i faget. Alle studiene er hentet gjennom søk i Google Scholar, forutenom Ennis (1987) som er hentet fra boken «Teaching Thinking skills – Theory and Practice» av Baron og Sternberg (1987). Denne ligger ikke åpen på Google Scholar, men sitasjoner er hentet herifra. Sitasjoner blir presentert nedenunder i parentes og er også hentet i fra søkemotoren Google Scholar, hentet 22.02.2022:

**A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities** (Ennis, 1987, 2577)

**Konsensusmodellen** (Facione, 1990, 4039)

**Conceptualizing critical thinking** (Bailin et al., 1999, 817)

**Scientific Literacy for all** (Vieira et al., 2011, 197)

Med utgangspunkt i disse fire studiene på kritisk tenkning i naturfaget, valgte jeg å lage en kategori for hver av dem. Ennis (1987) baserte sin forskning på ulike disposisjoner og ferdigheter som kjennetegn på kritisk tenkning. Derfor valgte jeg å ta utgangspunkt i Ennis (1987) sine disposisjoner og kalte en hovedkategori for «holdninger». Begrepet disposisjoner vurderer jeg som ikke hensiktsmessig å bruke, da holdninger dekker området som jeg ser etter. I tillegg har ikke begrepet en god oversettelse til norsk, og får derfor mangler i en oversettelse. Facione og hans forskerteam (1990) med konsensusmodellen presenterte ulike ferdigheter innenfor kritisk tenkning faget. Facione (1990) får hovedkategorien «ferdigheter», da hans arbeid baserer seg på Ennis (1987) sin forskning, men også på annen, og har derfor utviklet kjennetegn på ferdigheter, ytterligere og mer presist. Bailin et al. (1999) hevdet at det fortsatt ikke er en generell enighet om hvordan kritisk tenkning skulle brukes i skolen og baserte derfor sin forskning på ulike intellektuelle ressurser. Disse intellektuelle ressursene går blant annet ut på ulike typer kunnskaper som er nyttig i arbeid med kritiske tankeprosesser. Derfor får Bailin et al. (1999) sin egen hovedkategori i mitt analyseverktøy som blir kalt «kunnskaper». Til slutt slår Vieira et al. (2011) disse kategoriene sammen i en ny modell, men legger i tillegg til en ekstra del som handler om «kriterier» for å styrke kvaliteten i tenkningen. Derfor velger jeg å ta med denne kategorien i mitt verktøy, da den har nye vinklinger på en helhetlig kritisk tankeprosess.

Alle modellene har sine kjennetegn på kritisk tenkning, men jeg ønsker å ha noe som er anvendelig til bruk i min egen undervisning. Dette betyr at jeg har gjort et arbeid med å oversette de ulike kjennetegnene til norsk, men også for å formulere dem på en hensiktsmessig måte. Jeg bruker derfor kompetansemålene i naturfaget (Kunnskapsdepartementet, 2019) for å bruke like eller liknende begrep som er hensiktsmessige, både i skolen og i faget. Jeg undersøker hvordan kjerneelementene (Kunnskapsdepartementet, 2018) og verdier for naturfaget (Kunnskapsdepartementet, 2017) bruker begrepet kritisk tenkning. Dette begrunnes med målet med å gjøre verktøyet relevant og nyttig for mitt arbeid med kritisk tenkning i naturfaget. Noen kjennetegn på kritisk tenkning blir nevnt i flere av studiene, og er derfor utelatt i noen kategorier i mitt verktøy for å slippe gjentakelser. Det skyldes at jeg ikke ser på det som hensiktsmessig og ha med for eksempel «kildekritikk» under flere kategorier, og å vurdere om kildekritikk er

en holdning, et kriterium eller en ferdighet ikke er en hensiktsmessig vurdering å måtte ta. Andre kjennetegn på kritisk tenkning vurderer jeg som vanskelig å skille fra hverandre, og jeg har derfor valgt å slå noen sammen. Dette kommer nærmere beskrevet i de senere kapitlene i denne oppgaven.

### 3.2 Kvalitativt forskningsdesign

I vårt moderne og høyteknologiske samfunn har vi god kunnskap om mange ulike fenomen, likevel er det svært mange felt vi vet lite eller ingenting om (Krumsvik & Jones, 2019). Vi skiller mellom praktisk og teoretisk kunnskap og vår oppfatning av kunnskap påvirkes av nye forskningsmetoder og teknologisk utvikling. I denne oppgaven har jeg derfor valgt å gjennomføre en kvalitativ analyse av elevtekstene. Kvalitativ forskning studerer først og fremst en autentisk kontekst, og/eller hvordan ulike informanter ser på denne konteksten (Krumsvik & Jones, 2019, s.22). Forskningen har derfor et utgangspunkt i situasjoner, der det sentrale er å få fram virkeligheten i situasjonen i all sin kompleksitet. Situasjonene er ofte veldig komplekse, og dermed vanskelig å kontrollere på en fullstendig måte. I skolesituasjoner har ofte «harde» data fra PISA eller andre kvantitative statistikker, blitt brukt i samfunnsdebatten om utdanning. Likevel vil «myke», kvalitative data som denne, være en viktig del av skoleutviklingen, for å forstå kompleksiteten i klasserommet. Jeg ønsker å utvikle og vurdere noe konkret som foregår i mitt klasserom, og derfor ble det naturlig å velge en kvalitativ forskningsmetode i min oppgave.

Akkurat hvilken metode som brukes, kan regnes som utgangspunktet eller kjernen i den praktiske vitenskapen (Høgheim, 2020, s.22). I utdanningsforskning skilles det mellom kvalitative og kvantitative metoder for forskning. Det kvalitative paradigme er opptatt av å studere de innerste tankene et menneske har om fenomen, mønstre, sosiale og kulturelle trekk, data og lignende (Krumsvik & Jones, 2019, s.73). For å besvare mitt forskningsspørsmål ser jeg på det som mest relevant å bruke en metode som dermed gir et kvalitativt svar. Den kvalitative metoden samler inn data i form av tekst, og der empirien eller dataene samles inn ved å gjennomføre intervju, observere eller analyse av tekst eller symbol (Høgheim, 2020, s.129). Av både egen erfaring og interesse, og av etiske hensyn rundt personvern, har metoden i denne delen av oppgaven basert seg på analyse av elevtekster.

Den kvalitative forskningsmetoden er tett knyttet opp mot praksis, og forskningen anvender tidligere forskning til å belyse et fenomen. Derfor har jeg valgt å bruke en kvalitativ metode for å analysere elevtekstene, nettopp fordi den er praksisnær, og kravene for masteroppgaven handler om at oppgaven skal være både profesjonsrettet og praksisnær. Både

forskningsdesignet og metoden er ofte basert på den individuelle oppfatningen av en situasjon eller en sannhet (Krumsvik & Jones, 2019, s.31), noe som også er tilfellet i denne oppgaven. Dette gjør at den kvalitative forskningen har en nærhet til praksisfeltet, og vil kunne gi dybdekunnskap om det som det forskes på, altså kritisk tenkning. Innenfor kvalitativ forskning finnes det ulike metoder for å belyse forskningsspørsmålet, og i denne masteroppgaven har jeg valgt å bruke analyse av elevtekster.

### 3.2.1 Kvalitativ tekstanalyse

Dokumentanalyse eller annen analyse av tekst er en metode for å analysere kvalitative dokument som kan være for allmennheten, for eksempel nyheter, læreplaner, rapporter og lignende (Krumsvik, 2019, s.185). Dokumentanalyse kan også være en analyse av private dokument, der analysen er basert på innholdet i dokumentet. Det er denne metoden som blir brukt i denne oppgaven. Tekstanalyse handler om å etablere ulike kategorier og systematisk se på likheter og ulikheter mellom utsagn i tekstene. Tekstene er ikke mine egne notater, slik som en transkripsjon fra et intervju eller en observasjon vil være. Det er derfor viktig at jeg som forsker setter teksten inn i en gitt kontekst (Høgheim, 2020, s.138). Med dette menes at forskeren må være tydelig på at dokumentet ble skrevet innenfor gitte rammer, for en bestemt gruppe med et bestemt tankesett.

Elevtekstene har blitt satt inn i en kontekst og de blir gitt en skriveramme som tilsvarer de ulike delene av en FOF-struktur. Elevene vil også få en ekstra oppgave som handler om å bygge sin forklaring i støtte med andre elever, i tillegg til en oppgave der de må sette problemet inn i et globalt perspektiv. Her vil de få mulighet til å argumentere for sin egen forklaring, og lytte til andres og å vise en dypere forståelse for emnet. Asdal og Reinertsen (2020, s.15) definerer formålet til et dokument som et formål for å representere, gjenskape eller påvise et fysisk eller intellektuelt fenomen. I tillegg vil et dokument ha en verdi i arbeid med å kartlegge eller vurdere elevenes kunnskaper, dette med bakgrunn i egne erfaringer der læreren ofte har mange arbeidsoppgaver i klasserommet, og med skriftlig arbeid, vil læreren kunne se tilbake på elevenes tanker og vurdere dem i etterkant.

For å analysere tekstmaterialet i denne oppgaven bruker jeg en form for koding, der jeg bruker de utvalgte kategoriene fra analyseverktøyet. Dette er felles for analyse av kvalitative forskningsdata (Ringdal, 2018, s.251). En kvalitativ innholdsanalyse kan defineres som en metode for en subjektiv tolkning av tekstmateriale, ved bruk av en systematisk koding og klassifisering (Ringdal, 2018, s.268). Målet med kvalitative innholdsanalyser handler om å identifisere tema eller mønstre. I mitt forskningsprosjekt så bruker jeg en styrt eller en deduktiv



analyse, der kodene er basert på teori og tidligere forskning på kritisk tenkning. Ut ifra tidligere forskning og modeller på kritisk tenkning i naturfaget, har jeg utarbeidet fire kategorier, og de fire inneholder underkategorier innenfor de ulike kategoriene. Ringdal (2018) hevder videre denne metoden for analyse har som formål å validere eller å utvikle en teori eller begrepsmodell. Dette gjelder også i denne oppgaven da målet vil være å arbeide med en modell for kritisk tenkning som kan brukes for å kategorisere elevenes kritiske tenkning i naturfaget. Derfor blir metoden målrettet og snevrer inn tidligere og etablert teori for å besvare min problemstilling. Kodingen har som hensikt redusere tekstmaterialet, til en mengde med kategorier som er håndterbart for å beskrive resultatene i denne oppgaven. For å kode datamaterialet ble først programmet NVIVO brukt for å gjøre arbeidet mer oversiktlig, men etter hvert så gikk jeg over til penn og papir når jeg analyserte for andre og tredje gang. Dette var for å lettere skrive egne notater, og jeg synes personlig det var lettere å knytte ting sammen når jeg hadde alle tekstene foran meg.

### 3.3 Datamaterialet av de skriftlige elevbesvarelsene

I denne studien har det blitt samlet inn skriftlige elevbesvarelser fra en klasse på ungdomstrinnet. 24 elever deltok i studien og leverte sitt skriftlige arbeid til meg. Ytterligere en elev deltok i timen, men ønsket ikke å delta i studien. Datamaterialet er derfor ikke bearbeidet, og det er elevenes egne svar som blir brukt i analysen. Svarene er derimot plassert i en skriveramme innenfor FOF-strukturen, med en ekstra diskusjon på slutten og et spørsmål i forkant av undervisningstimen. Dette gjorde at elevene var forberedt til timen, og kunne bruke dette hvis de vurderte at det var hensiktsmessig for å besvare spørsmålene.

### 3.4 Kvalitet i forskningen

Som forsker i denne delen av prosjektet er målet mitt å prøve å forstå på hvilken måte elevene tenker kritisk når de uttrykker seg skriftlig. Dette er blitt gjennomført ved å først utvikle et analyseverktøy basert på en kritisk argumenterende analyse av tidligere teori om kritisk tenkning i naturfaget. Fordi analyseverktøyet baserer seg på allerede etablert teori, har jeg valgt å vurdere kvaliteten i forskningen basert på innsamlingen av datamaterialet fra elevene. Dette betyr at jeg vurderer kvaliteten, relabiliteten og validiteten i forskningen, i hovedsak på den kvalitative tekstanalysen der jeg tester ut analyseverktøyet mitt. Dette vil derfor vise at kvaliteten på forskning i kvalitative metoder, ikke bare er knyttet utelukkende til resultatet (Postholm & Jacobsen, 2018, s.219). Mine funn i denne oppgaven blir begrenset i innrammingen av designet for oppgaven og det forskningsspørsmålet jeg ønsker å besvare. Jeg har ikke som mål å søke en objektiv, generell framstilling, men ønsker svar i den konkrete

konteksten oppgaven ble besvart i. Ved å bruke tekstanalyse som metode vil jeg få fram en subjektiv beskrivelse av hva elevene prøver å få fram i sine besvarelser.

En av farene med styrt analyse kan være å gå glipp av viktig informasjon, fordi informasjonen ikke passer inn i det kodeskjemaet eller analyseverktøyet som er laget på forhånd (Ringdal, 2018, s.271). I dette prosjektet handler det om setninger og fraser som ikke nødvendigvis passer inn i analyseverktøyet som er basert på teorien om kritisk tenkning og ting som blir ytret muntlig. Likevel hevder Postholm (2010, s.128) at subjektivitet i kvalitative studier er styrt av en tro på at noe kan beskrives på en subjektiv og sannferdig måte. Dette handler om at grunnsynet i kvalitative studier beskriver at virkeligheten blir skapt og konstruert av personer i en sosial sammenheng. Kunnskapen som blir skapt i denne forskningsoppgaven er også knyttet til den bestemte virkeligheten som tekstene produseres i. Det er også det jeg ønsker med oppgaven, å se hvordan elever formulerer sine kritiske tanker skriftlig, i utforskende arbeid i naturfaget. Man kan derfor hevde at konklusjonen i denne oppgaven, ikke nødvendigvis er et bilde av virkeligheten, men en sosial konstruksjon av den virkeligheten som foregår i klasserommet. En analyse av tekst vil også bare gi indikatorer på akkurat det som står skrevet, hva som vektlegges og hvilke begreper eller ord som brukes for å beskrive fenomenet (Postholm, 2010, s.128). Jeg vil derfor ikke få mulighet til å vurdere eller få en oversikt over de tingene som elevene selv har valgt å utelate. Jeg vil heller ikke ha mulighet til å vurdere de utforskende samtalene på andre måter enn å vurdere hvordan elevene endrer sine forklaringer, etter de har diskutert med andre.

### 3.4.1 Reliabilitet

Når det gjelder studiens reliabilitet eller pålitelighet, handler dette om hvordan gjentatte målinger eller vurderinger, med samme instrument, gir det samme resultatet (Ringdal, 2018, s.102; Grønmo, 2016, s.240). Dette kan være noe problematisk å diskutere i kvalitative studier, da de ofte er vanskelig å teste om igjen. Likevel vil en skriftlig oppgave være enklere å reteste enn en del andre typer oppgaver og innsamlinger, da rammene er gitt på forhånd og er tydelige. Rammene vil være tydelige både for meg som forsker, elevene, men også lesere slik at det er mulig å reflektere over de valgene som er gjort. Det er likevel vanskelig å beregne reliabiliteten i kvalitative studier ved hjelp av standardiserte metoder (Grønmo, 2016, s.248). Dette skyldes både at opplegget og datamaterialet er mindre strukturert enn ved kvantitative studier, i tillegg til at datainnsamlingen skjer i nær tilknytning til analysen og tolkningen. Det er også tilfelle i min studie, der undervisningsopplegget og kategorisering av den didaktiske metoden brukt i opplegget, i tillegg til arbeidet med analysen, er basert på mye av det samme teoretiske

grunnlaget. Reliabiliteten vil i kvalitative studier også basere seg på min rolle som forsker i gjennomføringen av datainnsamlingen.

For å styrke reliabiliteten i studien har jeg valgt å være tydelig på de rammene som studien er basert på. Dette er blant annet på det undervisningsopplegget som datainnsamlingen foregår i, og med den skriverammen som elevene får utdelt. Jeg velger også å ikke ha noen innvendinger underveis i datainnsamlingen, men å ha en rolle som lærer, og ikke forsker akkurat da. Dette har som mål at hvem som helst skal kunne gjennomføre det samme opplegget, med den samme skriverammen og dermed også kunne gjøre en datainnsamling på samme måte som i denne studien. Derfor vil vurderinger av studiers reliabilitet, baseres på at de empiriske funnene som blir gjort er basert på data som faktisk er innsamlet (Grønmo, 2015, s.249). Dette gjør at materialet blir troverdig i den form at mitt subjektive skjønn ikke farger forskningsprosessen under datainnsamlingen. Videre vil dette også styrke reliabiliteten nettopp fordi at den subjektive analyseprosessen er basert på objektive datainnsamlinger.

### 3.4.2 Validitet

Validitet i kvalitative studier er ofte knyttet til hvordan studien måler det som den skal måle (Grønmo, 2016, s.254). Det er også tilfelle i denne studien, der målbarhet er utgangspunktet for å vurdere kvaliteten i datamaterialet. Det å vurdere kvalitet i egen forskning som en masterstudent, er både utfordrende og viktig. Spesielt når jeg velger å drive så praksisnær skoleforskning som jeg har valgt (Krumsvik, 2019, s.191). Jeg vil i dette kapittelet vurdere hvordan validiteten står med tanke på styrker og svakheter ved gjennomføringen av datainnsamlingen og ved analysen. I tillegg vil jeg også diskutere kompetansevaliditet, kommunikativ validitet og pragmatisk validitet i dette delkapittelet. Grønmo (2016) hevder at vurderinger av kvalitet i kvalitative studier vil være mindre presise på grunn av det datamaterialet som er grunnlaget for studien. I noe litteratur brukes også begrepet *bekreftbarhet* istedenfor validitet, men hensikten er fortsatt den samme, å se på hvordan studien måler det den skal måle.

I min masteroppgave, med de ressursene og de rammene som denne oppgaven er satt i, vil ulike typer validitet være relevant å diskutere. Den første handler om kompetansevaliditeten, og min kompetanse som forsker til å samle inn kvalitative data på dette feltet. Med lite erfaringer, bare mindre forsknings- og utviklingsoppgaver som erfaringer, vil mine forutsetninger naturlig være annerledes enn en forsker med mye erfaring på området. Likevel vil mine forutsetninger være relativt lik som resten av studentene på den nye grunnskolelærerutdanningen. Derfor ser jeg ikke på kompetansevaliditeten som problematisk, men har det likevel med som en faktor når

slutningene tas. I denne oppgaven er det i utviklingen av undervisningsopplegget, arbeidet med analyseverktøyet og med selve analysen av elevtekstene, der kompetansevaliditeten i størst mulig grad er en faktor. Dette kan begrunnes med valget at elevene skulle skrive sitt eget innhold i tekstene, og at jeg ikke står for den skriftlige datainnsamlingen. Grønmo (2016, s.255) hevder også at forskerens kompetanse ikke er noen garanti for at validiteten blir høy, og problemer kan oppstå uansett.

Den kommunikative validiteten handler om og bygger på diskusjon og dialog mellom forskeren og andre om arbeidet treffer problemstillingen i studien (Grønmo, 2016, s.255). Gjennom forberedelse til masterfaget, jevnlig veiledning, såkalte «tandemmøter» med veileder, medveileder og medstudenter, og gjennom masterseminarer har vi hatt tett oppfølging og diskusjon med andre. Her har alt fra nye ideer til tanker om datainnsamling, metodevalg og frustrasjon blir diskutert. Dette styrker derfor den kommunikative validiteten i studien, og jeg som forsker har ikke stått aleine i prosessen. Jeg har hele veien blitt utfordret på problemstillingen, teoretisk bakgrunn, metodevalg og analysen, og diskusjonene har resultert i oppklaringer med styrker og svakheter ved studien. Grønmo (2016, s.256) hevder denne type diskusjon med andre forskere styrker studiens validitet, på grunn av at denne drøftingen kan avdekke svakheter og problemer med studien. Dette er på bakgrunn av at mine kollegaer, i dette tilfelle medstudenter og veiledere, ikke har en førstehånds kjennskap til forholdene som beskrives i studien. Til slutt hevder Grønmo (2016, s.256) at validiteten kan betraktes som tilfredsstillende om diskusjonen fører til konsensus om materialet.

Den siste validitetstypen som blir diskutert i denne studien handler om pragmatisk validitet. Denne typen validitet viser hvordan både datamaterialet og resultatet i studien danner et grunnlag for bestemte utfall eller handlinger (Grønmo, 2016, s.257). Validiteten danner dermed et uttrykk for de handlingene som det legges vekt på å utvikle videre. I dette tilfellet handler det om å utvikle noe konkret for å vurdere elevenes evne til å tenke kritisk, både i form av å teste ut undervisningsopplegget og analyseverktøyet som brukes for å analysere elevtekstene. Derfor refererer den pragmatiske validiteten til sammenhenger der forskningen brukes til å utvikle en bestemt praksis (Grønmo, 2016). I mitt tilfelle handler det i utgangspunktet om å utvikle egen praksis, også nevnt i motivasjon for oppgaven. Samtidig viser diskusjon med medstudenter og lærere jeg har møtt i praksis, i tillegg til teori, at det å vurdere kritisk tenkning, både i naturfaget og i skolen, er krevende og at det derfor kan være nyttig med et hjelpemiddel for lærerne. Dette betyr at jeg vil ha nytteverdi som framtidig naturfaglærer og kollega, gjennom en økt kunnskap på både det teoretiske området, men også på analysen av elevtekstene.

En svakhet med utprøvingen av analyseverktøyet er nettopp fordi bare en liten del av det blir utprøvd i denne oppgaven, og dermed også analysert og diskutert. Dette svekker den eksterne validiteten (Krumsvik, 2019, s.192), og det er vanskelig for meg å si om analyseverktøyet fungerer i andre sammenhenger enn akkurat den som blir testet i denne oppgaven.

### 3.5 Etske hensyn

Som nevnt blir de forskningsetiske problemstillingene i denne oppgaven knyttet til elevene og innsamling av deres skriftlige arbeid. Dette begrunner jeg med at den teorien som er brukt for å støtte opp under utviklingen av analyseverktøyet allerede er etablert teori på forskningsfeltet. Jeg velger derfor å diskutere det forskningsetiske hensynet knyttet til elevene, da det var under innsamlingen av datamaterialet til elevene, jeg tok en del valg som er relevant å diskutere i dette kapitlet.

Forskningsetiske prinsipper presenteres som de forskjellige profesjonenes retningslinjer og fungerer som veivisere for forskeren slik at studien blir gjennomført på en akseptabel måte (Hummelvoll, 2010, s.17). Vi lever i dag i en digital verden der personvern har fått en større rolle enn tidligere (Krumsvik, 2019, s.205). Alle studier som baserer seg på mennesker har derfor et etisk aspekt, det gjelder også denne studien. Det å ta hensyn til personer utgjør hele 13 punkter av NESH sine forskningsetiske retningslinjer (Ringdal, 2018, s.59). Utgangspunktet for disse punktene handler om at jeg og andre som forsker, skal ha grunnleggende respekt for menneskeverdet. Dette gjør at det stilles krav til forskningsprosessen, slik at de som deltar, i dette tilfellet elevene, sikres en frihet og selvbestemmelse over det som det forskes på. Det første punktet handler om informasjon og samtykke. I mitt forskningsprosjekt blir elevene informert om formålet med forskningen min, hvilken informasjon som samles inn, hvem som har tilgang og hvordan resultatene er tenkt å bli brukt (Ringdal, 2018, s.61). Det overordnede etiske prinsippet i utdanningsforskning i Norge handler om en ansvarlighet overfor deltakerne, deretter undersøkelsen og til slutt så skal man ta hensyn til seg selv i prosessen (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 246).

Hummelvoll et al. (2010, s.18) beskriver hva som kjennetegner en god forskningsprosess, og punktene han trekker fram handler om å ha en solid metodisk kvalitet, at den bærer preg av originalitet og at den oppfattes som relevant. I tillegg må også forskningen være forskningsetisk gjennomført og begrunnet. I Helseforsikringsloven (NOU 2005: 1, 2005) blir disse tingene trukket fram som sentrale forskningsetiske prinsipper i praksisnær forskning. Selv om disse knytter seg til problemstillinger knyttet til helse, har jeg likevel valgt å se på dem, fordi jeg ser på den som relevante også i forskning på barn. Disse punktene har jeg derfor brukt en del tid

på, både i planleggingen og i gjennomføringen av studien min. I og med at min studie både er praksisnær forskning, men også utviklingsarbeid av min egen praksis er jeg avhengig også av å verne om elevene. Hummelvoll (2010, s.20) kjennetegner forskningen som å forske sammen med aktørene i felten. Dette innebærer en nærværhet fra min side, men samtidig at jeg må ha en analytisk distanse til arbeidet som blir gjort. En god forskningsprosess følger også forskningsetiske retningslinjer (Halvorsen, 2008, s.251) som i denne oppgaven handler om hvordan jeg informerer elevene i prosessen, i tillegg til hvordan personopplysningene deres blir ivaretatt i innsamlingen og bruken av deres arbeid.

Videre i prosessen rundt valg av metode og det å sikre en solid metodisk kvalitet i oppgaven, har vært omfattende og tidkrevende, og elevene har alltid stått i fokus. Jeg har valgt å samle inn skriftlige elevbesvarelser, ikke bare for å ha noe håndfast å vurdere, men også for å sikre elevenes privatliv slik at de ikke kan gjenkjennes. Elevene fikk i oppgave å skrive besvarelsene sine digitalt og ta utskrift av den, slik at ikke svarene deres kan spores gjennom håndskrift eller IP-adresse. Besvarelsene vil derfor være helt anonyme, og ingen personopplysninger blir brukt i forskningsprosessen. Dette ble det informert om på forhånd, underveis og etter timen da besvarelsene ble samlet inn slik at det var mulighet for å trekke sin besvarelse etterpå. Jeg vil derfor havne utenfor meldeplikten til NSD, da ingen informasjon vil være mulig å spore tilbake til elevgruppen (Postholm & Jacobsen, 2018, s.253). Det var frivillig for elevene å levere inn besvarelsene sine, men siden oppgaven ble gitt i undervisningssammenheng, så burde alle elevene som har tilstrekkelig utbytte av undervisningen, også delta. Elevgruppen ble valgt ut ifra tilgjengelighet for meg som forsker, og at de tilhørte ungdomstrinnet som utdanningen min baserer seg på.

Målet er å gjengi resultater så presist og fullstendig som mulig, og etter de rammene som studien er gjort under (Postholm & Jacobsen, 2018, s.251). Jeg vil også ha som mål at elevene skal kunne lese oppgaven, uten å føle at de blir satt i et dårlig lys. Dette kan bety at jeg må tilbakeholde noe informasjon. Likevel handler denne oppgaven å svare på problemstillingen som handler om hvilke kjennetegn for kritisk tenkning det vil være mulig å finne i skriftlig arbeid i naturfaget. Dette gjør at oppgaver som ikke svarer på denne problemstillingen, vil være mindre relevant for resultatene av studien. Det er derfor et viktig poeng at jeg samler bare inn den informasjonen som er relevant for besvarelse av min problemstilling. Jeg velger derfor å lage en skriveramme som elevene skal forholde seg til (Vedlegg 1), slik at elevene har det samme utgangspunktet. Undervisningsopplegget vil også blir presentert slik at alle elevene skal

ha en forutsetning for å kunne besvare oppgavene i skriverammen, i starten på eget initiativ, men også i samspill med andre i den utforskende samtalen.

Avslutningsvis vil jeg også nevne de to siste punktene som Hummelvoll et al. (2010, s.20) trekker fram som kjennetegn på en god forskningsprosess, originalitet og relevans. Hva som oppfattes relevant vil være en subjektiv oppfatning, likevel er dette punktet sentralt i min motivasjon for oppgaven og studien. Jeg oppfatter vurdering av kritisk tenkning som en mangel i forskningsfeltet, og noe jeg ønsker å utvikle min egen praksis på. Selv om det er mye forskning og teori på kritisk tenkning, er det likevel mye uenighet om hvordan det skal vurderes i naturfaget, og i skolen i sin helhet. Derfor oppfatter jeg det både som relevant og originalt, og derfor også forskningsetisk forsvarlig å se på hvordan elever klarer å formulere sine kritiske tanker i utforskende aktiviteter i naturfaget. Hummelvoll et al. (2010, s.158) nevner også at forskningsetikk er profesjonsetikk. Det betyr at forskning i et profesjonsyrke handler om en moralsk kodeks, som videre er med på å regulere profesjonens samfunnsoppdrag. I og med at masteroppgaven skal være både praksisnær, men også profesjonsrettet, betyr dette at de forskningsetiske beslutningene jeg har tatt i denne oppgaven, også handler om de profesjonsetiske beslutningene jeg tar i mitt framtidige yrke som profesjonsutøver i skolen. Det er blant annet derfor jeg har valgt å gjennomføre innsamlingen i undervisningen, og selv om det var frivillig for elevene å dele sine tekster med meg, var det ikke frivillig å delta i undervisningen.

## 4.0 Resultat og analyse

Denne oppgaven baserer seg på en todelt metodedel der den første handler om å gjennomføre et arbeid som baserer seg på tidligere studier, modeller og litteratur på kritisk tenkning i naturfaget. Videre så har jeg utviklet et analyseverktøy for å vurdere elevers kjennetegn på kritisk tenkning i faget basert på denne tidligere forskningen. Jeg har videre testet deler av analyseverktøyet ved å gjennomføre en styrt utforskende aktivitet, sammen med elever på ungdomstrinnet. Jeg har samlet inn skriftlig elevarbeid, og videre gjennomførte jeg en kvalitativ tekstanalyse basert på aktuelle kategorier i det analyseverktøyet som har blitt produsert. På grunn av rammene i denne oppgaven, og fagets kompleksitet og variasjon, har jeg valgt å bare teste analyseverktøyet på de kategoriene som jeg anser som relevant i den undervisningssituasjonen som datamaterialet ble samlet inn under. I dette kapittelet har jeg derfor som mål å presentere det totale analyseverktøyet, i tillegg til resultatene fra analysen av elevtekstene. Resultatet fra tekstanalysen blir presentert som et stolpediagram der jeg viser det

totale antallet treff som kategoriene i verktøyet får, før jeg vil gå videre inn på de ulike og komme med eksempler.

#### 4.1 Analyseverktøyet

Basert på arbeidet som er gjort i metoddelen vil jeg nå presentere analyseverktøyet i sin helhet, der noen deler av det ble testet ut gjennom analyse av elevtekstene. Her har jeg valgt å dele de fire ulike hovedkategoriene inn i farger som samsvarer med fargekodene jeg brukte i analysen, og videre i presentasjon av resultatene. Analyseverktøyet presenteres nedenunder i Tabell 3: Analyseverktøyet:

<b>Kategori</b>	<b>Underkategori</b>
<b>Holdninger</b>	<p><b>H1:</b> Har et ønske om å være velinformert og fordomsfri</p> <p><b>H2:</b> Holder seg til problemet eller spørsmålet</p> <p><b>H3:</b> Åpenhet og presisjon i framstilling av data</p> <p><b>H4:</b> Evner til å evaluere og eventuelt revidere seg selv</p> <p><b>H5:</b> Ser problemet i et større perspektiv</p>
<b>Ferdigheter</b>	<p><b>F1:</b> Identifiserer argument, bevis og konklusjoner</p> <p><b>F2:</b> Ser sammenhenger og drøfter ulike sider</p> <p><b>F3:</b> Håndterer irrelevante opplysninger</p> <p><b>F4:</b> Strukturerer og bygger opp argument</p> <p><b>F5:</b> Formulerer konklusjoner basert på bevis eller observasjoner</p> <p><b>F6:</b> Vurderer kvaliteten i egen og andres utforskning</p>
<b>Kunnskaper</b>	<p><b>KU1:</b> Bruker bakgrunnskunnskap</p> <p><b>KU2:</b> Evner å stille spørsmål og forutse/lage hypoteser om naturfaglige fenomen</p> <p><b>KU3:</b> Bruker ny kunnskap til å forklare, argumentere og konkludere</p> <p><b>KU4:</b> Bruker nøkkelbegreper og faglig diskurs</p>
<b>Kriterier</b>	<p><b>KR1:</b> Sikrer kvalitet og presisjon av data</p> <p><b>KR2:</b> Viser kildekritikk</p> <p><b>KR3:</b> Underbygger sine slutninger</p>

Tabell 3: Analyseverktøyet



#### 4.1.2 Utarbeiding av kategorier for kjennetegn på kritisk tenkning i naturfaget

Analyseverktøyet baserer seg i stor grad på tidligere forskning som Ennis (1987), Facione (1990), Bailin et al. (1999), og Vieira et al. (2011) har gjort på feltet. Jeg deler derfor mitt verktøy i fire ulike kategorier; holdninger, ferdigheter, kunnskaper og kriterier. Disse kategoriene har også sine underkategorier, der de ulike forskerne har presentert ulike kjennetegn i sine studier. Jeg velger å slå noen av underkategoriene sammen for å gjøre arbeidet med analysen mer oversiktlig for meg selv. Dette begrunnes med at jeg synes noen av underkategoriene hører sammen, og har derfor slått de sammen og gitt dem nye navn. Jeg har også endret ordlyden i noen kategorier, slik at de i større grad støtter seg på kompetansemålene i naturfaget. Videre vil jeg i denne delen presentere de ulike kategoriene og underkategoriene. Jeg oversetter kjennetegnene fra engelsk til norsk, og bearbeider dem basert på kompetansemål og kjerneelementer i faget, for å gjøre analyseverktøyet mer anvendelig i mitt arbeid med både elevtekstene og i annet arbeid i faget.

#### 4.1.3 Kjennetegn på holdninger

Ennis (1987) presenterer 14 ulike kjennetegn på disposisjoner eller holdninger som er sentralt i arbeid med kritisk tenkning i naturfaget. Det er gjort ulike forsøk på å identifisere de ulike holdningene som kan påvirke et menneske sin evne til å tenke kritisk, men Ennis (1987) har kommet fram til disse 14 ulike kjennetegnene på holdninger i arbeid med kritisk tenkning:

1. Søke etter en klar besvarelse på oppgaven eller spørsmålet
2. Søke etter begrunnelser
3. Ønske om å være velinformert
4. Bruke og referere til troverdige kilder
5. Få en oversikt over hele situasjonen
6. Være relevant til spørsmålet
7. Huske det opprinnelige spørsmålet
8. Se etter alternativer
9. Være fordomsfri
10. Ta posisjon (eventuelt endre posisjon) når bevisene viser det
11. Være så presis som mulig
12. Håndtere delene av en kompleks helhet på en ryddig måte
13. Bruke minst en ferdighet innen kritisk tenkning
14. Være sensitiv til andres kompetanse, følelser, utdanning og status

I mitt analyseverktøy velger jeg å samle noen av underkategoriene, slik at de blir mer anvendelig i min analyse av kritisk tenkning. I tillegg vurderer jeg at en del av disse kategoriene er ganske like, og derfor ser jeg ikke verdien av å dele dem opp. Jeg tror mitt arbeid vil bli mer strukturert og enklere å forholde seg til med færre underkategorier og kjennetegn å lete etter, men samtidig prøve å få med så mye som mulig.

### *H1: Ha et ønske om å være velinformert og fordomsfri*

Jeg slår sammen kategoriene som handler om «å være fordomsfri», «å få en oversikt over hele situasjonen» i tillegg til «et ønske om å være velinformert». Dette begrunner jeg med at jeg personlig vil synes det er vanskelig å skille dem fra hverandre. For å vurdere om elevene treffer denne kategorien blir det muligens en subjektiv vurdering av. Likevel vil jeg se på et helhetsinntrykk av elevenes arbeid, og blant annet se etter hvordan elevene møter problemer underveis og om de er åpne for andres argumentasjon. Interesse vil også være nyttig å se etter, men dette vil være vanskelig å vurdere i mange sammenhenger. Jeg antar at det vil være nyttig å bruke denne underkategorien i arbeid med diskusjoner, debatter eller større samfunnsproblemstillinger som for eksempel fornybare energikilder, klimakrisen eller andre temaer.

### *H2: Holde seg til problemet*

Her har jeg slått sammen de tre opprinnelige kategoriene «være relevant til spørsmålet», «Søken etter en klar besvarelse på oppgaven eller spørsmålet» og «husk det opprinnelige spørsmålet». I denne kategorien vil jeg se hvordan elevene klarer å holde seg til det opprinnelige problemet og spørsmålet, eller om de for eksempel lar seg distrahere av irrelevant informasjon. Dette kan også være om de klarer å anvende observasjoner som er aktuelle for å besvare spørsmålet.

### *H3: Åpenhet og presisjon i framstilling av data*

I denne kategorien har jeg formulert basert de to opprinnelige kategoriene som handler om «å være så presis som mulig» og «håndter delene av en kompleks helhet på en ryddig måte». Denne kategorien kan være aktuell i arbeid med åpne spørsmål og oppgaver, der elevene i større grad må arbeide selvstendig for å besvare et spørsmål eller løse et problem. I arbeid der elevene samler inn egne produserte data og observasjoner, vil det være nyttig å se hvordan de framstiller dataene.

#### *H4: Evnen til å evaluere og eventuelt revidere seg selv*

Under denne kategorien vil jeg se på elevenes evne til å vurdere sitt eget arbeid og hvordan elever som opplever at sine kunnskaper, ferdigheter, tanker og ideer møter motstand i form av motbevisninger, og hvordan elevene bruker bevis og ny kunnskap til å revidere sitt eget arbeid. Den baseres på den opprinnelige kategorien som handler om «å ta posisjon (eventuelt endre posisjon) når bevisene viser det».

#### *H5: Se problemet i et større perspektiv*

Under denne kategorien ønsker jeg å se etter hvordan elevene klarer å koble ulike naturfaglige spørsmål og problem til hverdagslige opplevelser. I tillegg til å vurdere hvorfor og hvordan de verdensutfordringene vi har i dag, som baserer seg på naturfaglige problemstillinger, påvirker vårt samfunn, både lokalt, nasjonalt og globalt. Denne kan knyttes til formålet med faget, der elevene skal dannes i et samfunn som de skal forstå og delta i.

#### 4.1.4 Kjennetegn på ferdigheter

Denne kategorien kjennetegner Facione (1990) sitt sett med ferdigheter og delferdigheter som er presentert tidligere i denne oppgaven. Facione (1990) hevder at en ferdighet handler om både kognitive aspekt og holdninger som bidrar til å arbeide mer effektivt. Ferdigheter kan derfor deles inn i syv ulike deler som dekker flere deler av en aktivitet:

1. Identifisere konklusjoner
2. Identifisere begrunnelser som blir gitt
3. Identifisere begrunnelser som ikke blir gitt
4. Se etter likheter og forskjeller
5. Identifisere og håndtere irrelevante opplysninger
6. Strukturere argument
7. Evnen til å oppsummere

Jeg har også under denne delen gjort noen endringer basert egne vurderinger for å gjøre verktøyet nyttig i eget arbeid. Jeg knytter noen av de ulike kategoriene sammen, og endre ordlyden slik at det passer mine vurderinger og ender derfor opp med fem kategorier som kjennetegner ferdigheter for kritisk tenkning.

*F1: Identifiserer argument, bevis og konklusjoner*

Her har jeg valgt å endre ordlyden i den opprinnelige underkategorien. Denne handler om å se forskjellen på et argument, et bevis og en konklusjon som ofte baserer seg på bevis. Jeg tenker at denne kategorien spesielt er nyttig i arbeid med kildekritikk, da elevene må først og fremst identifisere de ulike delene før de kan eventuelt vurdere eller håndtere dem.

*F2: Ser sammenhenger*

Denne underkategorien baserer seg på den opprinnelige som handler om å se etter likheter og forskjeller. Her ønsker jeg å se på elevenes evne til å knytte naturfaglige fenomener og ting som skjer i klasserommet, til større spørsmål eller verden rundt klasserommet.

*F3: Håndterer irrelevante opplysninger*

I denne underkategorien så vil jeg se om elevene evner å oppfatte og håndtere opplysninger som ikke er viktig for å besvare spørsmålet.

*F4: Strukturerer argument*

For å vurdere om elevene viser kjennetegn på denne kategorien har jeg valgt å ta utgangspunkt i hvordan Toulmin (2003) strukturerer et godt argument. Det vil si at elevene må ha med de samme delene som jeg har presisert mer presist i kapittel 2.3.

*F5: Formulerer konklusjon basert på bevis eller observasjon*

Denne underkategorien handler om elevenes evne til å oppsummere og avslutte en oppgave eller et prosjekt. Her vil jeg se etter om de evner å bruke observasjoner og informasjon de har tilegnet seg underveis i prosessen mot å komme med en konklusjon.

*F6: Vurderer kvaliteten i egen og andres utforskning*

Denne underkategorien slår sammen de opprinnelige kategoriene som handler om å identifisere begrunnelser som blir gitt og som ikke blir gitt. Jeg har også valgt å bruke ordlyden som å «vurdere kvaliteten», altså at elevene evner å se mangler i både eget og andres arbeid. Denne underkategorien blir derfor knyttet direkte opp mot kompetansemål i faget, og denne kategorien kunne også vært under kategorien kriterier. Likevel har jeg valgt å plassere den som en ferdighet som elevene må både utvikle og trene på.

#### 4.1.5 Kjennetegn på kunnskaper

Denne kategorien har jeg basert på Bailin et al. (1999) sine tanker om intellektuelle ressurser. Elevene må ha kunnskaper i faget og det området som undersøkes. Bruk av kunnskaper blir derfor sentralt i arbeid med kritisk tenkning i naturfaget, og er brutt ned i disse fem underkategoriene:

1. Bakgrunnskunnskap i saken som skal diskuteres
2. Ferdigheter i bruken av vurderingskriterier på det aktuelle fagområdet
3. Kunnskap om nøkkelbegreper og grunnleggende faglige ideer
4. Prosedyrer og strategier for utforskning og kritisk vurdering
5. Holdninger som fremmer lyst og søken for kvalitet og nøyaktighet

Å vurdere kunnskaper er noe som er sentralt i arbeidet med vurdering i skolen. Norge har også de siste årene sett på kunnskaper som sentralt i arbeidet med å drive fram en kunnskapsnasjon. Under denne kategorien har jeg som sagt tatt utgangspunkt i Bailin et. al (1999) sine intellektuelle ressurser, men jeg har også brukt kompetansemålene i naturfaget for å fylle ut kategoriene, og i et forsøk på å gjøre dem mer anvendelige i skolen.

##### *KU1: Bruker bakgrunnskunnskap*

I denne underkategorien har jeg endret ordlyden litt fra den opprinnelige kategorien som er basert på «bakgrunnskunnskap». Her vil jeg vurdere hvordan elevene bruker kunnskap de allerede har for å beskrive eller forutse et naturfaglig fenomen.

##### *KU2: Evner å stille spørsmål og forutse/lage hypoteser om naturfaglig fenomen*

I denne kategorien har jeg tatt utgangspunkt i læreplanen i naturfaget (Kunnskapsdepartementet, 2019). Jeg ønsker å vurdere hvordan elevene evner å forutse et naturfaglig problem eller fenomen.

##### *KU3: Bruker ny kunnskap til å forklare, argumentere og konkludere*

I denne underkategorien har jeg slått sammen de to opprinnelige som handler om å bruke ny kunnskap de får underveis, og å bruke kunnskap til å forklare, argumentere og konkludere. Dette har jeg gjort fordi jeg vurderer at de går inn i hverandre, og at elevene ofte vil kunne bruke ny kunnskap de tilegner seg til å forbedre sitt eget arbeid.

#### *KU4: Bruker nøkkelbegreper og faglig diskurs*

For å vurdere elevenes evne til å kommunisere sin kunnskap har jeg i denne underkategorien valgt å slå sammen «bruk av nøkkelbegreper» og «bruk av faglig diskurs». Dette begrunner jeg med at nøkkelbegreper ofte, men ikke alltid, er en sentral del av den naturfaglige diskursen. Jeg ser heller ikke verdien av å ha to ulike kategorier her, da kategorien handler om hvordan elevene kommuniserer sin tidligere kunnskap, eller den de får underveis. Her vil jeg vurdere hvordan fagbegrepene, nøkkelbegrepene og språket blir brukt for å forklare eller begrunne naturfaglige fenomen.

##### 4.1.6 Kjennetegn på kriterier

Bailin (2002) trekker fram at kritisk tenkning, selv om det ofte framstår som et normativt konsept, så er det også avgjørende at det er «god» kritisk tenkning. Kvaliteten i tenkningen er noe av det som skiller kritisk tenkning fra annen type tenkning. Kvaliteten kan blant annet styrkes ved bruk av det Vieira et.al (2011) definerer som kriterier. De hevder at elever både skal lære vitenskap for å forstå faget, men også for å vurdere vitenskapelig kunnskap. Videre trekker de fram fire ulike kriterier som er med på å øke kvaliteten av kritisk tenkning:

1. Kvalitet og presisjon av data
2. Kontroll over ulike variabler
3. Bruk av troverdige kilder
4. Gyldighet i slutninger som tas

Denne kategorien er opprinnelig laget for å sikre kvalitet i arbeidet med vitenskapelige arbeidsmåter. Jeg har i utgangspunktet ikke gjort store endringer i mitt verktøy, da det ikke er så mange underkategorier fra tidligere teori. Det er likevel gjort noen personlige vurderinger i hvordan jeg tolker de ulike underkategoriene og dermed også hvordan jeg kan plassere de ulike elevutsagnene i en kategori.

#### *KR1: Sikrer kvalitet og presisjon av data*

Her ønsker jeg å se hvordan elevene arbeider med ulike feilkilder og hvordan de sikrer at datamaterialet er så sikkert så mulig. Dette vurderer jeg som spesielt viktig når elevene arbeider selvstendig med innhenting av data eller informasjon. Jeg anser også at det å ha kontroll over ulike variabler også er en del av å sikre kvaliteten av data, så jeg har derfor slått sammen disse to.

### *KR2: Viser kildekritikk*

Det å vurdere andres arbeid og vise evne til å evaluere en informasjonskilde kommer fram i flere av de opprinnelige hovedkategoriene. Det viser at bruk av kildekritikk er sentralt, både i teori om kritisk tenkning, men også i skolen. Jeg velger å plassere kildekritikk i denne kategorien, med bakgrunn av egen vurdering om at prosessen elevene går igjennom med kildekritikk bidrar med å sikre kvalitet og danner grunnlag for å komme med påstander. Derfor vil det i prosessen er vil det være relevant å vurdere både elevenes prosess når de velger kilder, og hvordan de vurderer og kjenner igjen argumentasjon, konklusjoner og bevis i andres informasjonsformidling og forskning.

### *KR3: Underbygger sine slutninger*

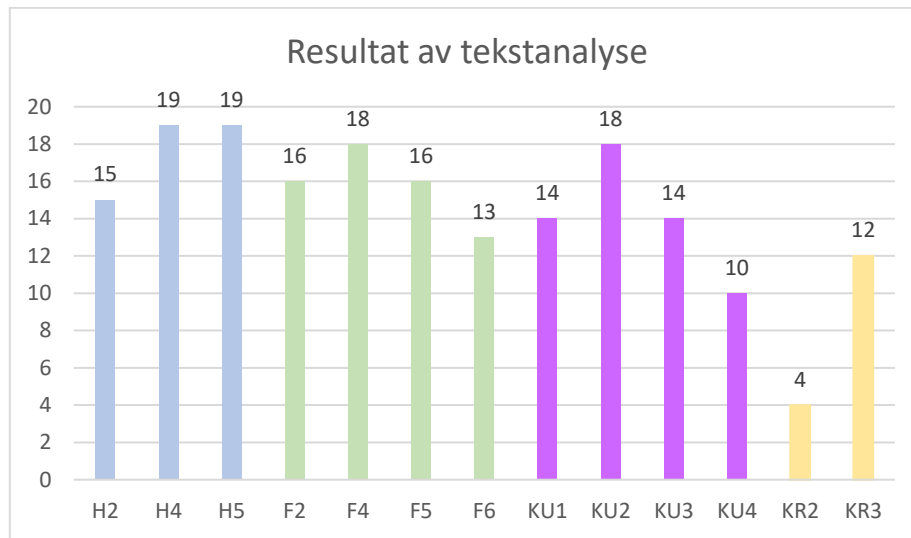
I denne underkategorien ønsker jeg å arbeide med hvordan elevene sikrer kvalitet i sine konklusjoner, og tar utgangspunkt i hvordan Toulmin (2003) beskriver hvordan man bruker slutninger i argumentasjon. Jeg tror kvaliteten i arbeid med andre kategorier også vil hjelpe elevene å styrke denne, og at kjennetegn på denne kategorien ofte vil oppstå sammen med andre.

## 4.2 Resultat av tekstanalyse

Denne analysen har basert seg på datamaterialet som ble innhentet av skriftlige elevbesvarelser i den styrte utforskende aktiviteten, og en skriveramme i FOF-strukturen. Analysen tar utgangspunkt i den teoretiske gjennomgangen av forskning på kjennetegn av kritisk tenkning, og det analyseverktøyet som ble utviklet gjennom denne kritisk argumenterende analysen av teori. Den styrte utforskende aktiviteten handler om en elevaktivitet der elevene skal vurdere ismelting i saltvann versus ferskvann. De fikk i oppgave å forutse hvilke isbiter som smeltet fortest og komme med naturfaglige forklaringer, både før og etter gjennomføringen. Til slutt fikk elevene mulighet til å dele sine forklaringer i grupper på fire, og dermed også forbedre sine egne forklaringer etter diskusjonen. Som nevnt i kapittel tidligere i oppgaven, har jeg ingen forventning om at jeg finner alle kjennetegn for kritisk tenkning i et lite datamateriale som i denne oppgaven. Derfor har jeg heller ikke testet alle underkategoriene i de skriftlige elevbesvarelsene, da det ikke blir hensiktsmessig å lete etter kjennetegn på kritisk tenkning som ikke er der. Resultatene presenteres i ulike tabeller der elevene har fått hvert sitt nr. for å sikre anonymitet i besvarelsene.

Under presenterer jeg resultatene fra analysen av elevtekstene i et stolpediagram, der fargene representerer hovedkategoriene for kjennetegn på kritisk tenkning som vist i forrige delkapittel.

Jeg har valgt å bare ta med de kategoriene som ble utprøvd i denne analysen, og derfor er bare de kategoriene representert i diagrammet som kalles Figur 1: Resultat av tekstanalyse.



Figur 1: Resultat av tekstanalyse

#### 4.2.1 Holdninger

For kategorien holdninger vurderer jeg i denne analysen at det er kategoriene H2, H4 og H5 som er hensiktsmessig å prøve ut i skriftlig arbeid. De andre kategoriene vurderes som relevant i annet arbeid i naturfaget, og vil bli diskutert i neste kapittel.

##### *H2: Holde seg til problemet eller spørsmålet*

Som nevnt i den teoretiske analysen handler denne kategorien om elevenes evne til å ikke la seg påvirke av irrelevante opplysninger, og videre hvordan de bruker relevante observasjoner for å besvare spørsmålet. Analysen viser at 15 av elevene evner å holde seg til spørsmålet, dette betyr at ni elever ikke får utslag i denne kategorien. Dette viser at flertallet av elevene i denne analysen, ikke lar seg påvirke av irrelevante opplysninger og dermed klarer å bruke observasjonene sine på en hensiktsmessig måte i sine forklaringer.

##### *H4: Evnen til å evaluere og eventuelt revidere seg selv*

Analysen av elevtekstene viser at 19 av elevene får utslag i denne kategorien. Her er det blitt vurdert at de elevene som enten endrer forklaringen på sin hypotese i møte med observasjoner som viser at hypotesen ikke stemmer, evner å evaluere sine egne ideer. I tillegg har også de elevene som endrer sin forklaring på det naturfaglige fenomenet etter diskusjon fra andre, fått utslag. Disse ansees i denne oppgaven å ha evne til å revidere sitt eget arbeid etter innspill fra andre, og derfor viser kjennetegn på kritiske tankeprosesser. Under vil jeg presentere noen



eksempel der eleven opplever at observasjonene ikke stemmer med sin opprinnelige forklaring, og derfor reviderer sitt eget arbeid, og en som endrer sin forklaring etter diskusjon med andre.

<b>Elev</b>	<b>Hvor</b>	<b>Utsagn</b>
<b>15</b>	Forutsi	<i>«Jeg tror isen i glasset med salt i kommer til å smelte først. Det er fordi salt gjør at smeltepunktet til vann blir under 0 grader. Derfor må det være kaldere for at saltvann skal fryse»</i>
<b>15</b>	Observasjon	<i>«Fargen flyter på toppen av saltvannet, men sprer seg jevnt ut i ferskvannet. Saltvannet er mye kaldere enn ferskvannet. Saltvannet var kaldere på toppen enn på bunnen, mens ferskvannet er kaldere på bunnen enn på toppen. Isen i ferskvannet smelter raskest»</i>
<b>15</b>	Forklar	<i>«Isen i saltvann smeltet saktere fordi saltet tar til seg varmen og gjør vannet kaldere. Når vannet er kaldere smelter isen saktere. Saltet er tyngre enn vann og derfor er det varmere på bunnen enn på toppen og siden isen flyter er det kaldest der den ligger»</i>
<b>3</b>	Forklar	<i>«Isbiten i ferskvann smeltet fortare fordi saltet gjør vannet kaldere og da smelter isbiten i saltvann saktere enn den i ferskvann»</i>
<b>3</b>	Forklaring etter diskusjon	<i>«Isbiten i ferskvann smeltet fortare fordi saltet gjør vannet kaldere og da smelter isbiten i saltvann saktere enn den i ferskvann. Saltet ligger seg på bunnen og gjør sånn at vannet fra isbiten holder seg på toppen (som er veldig kaldt), og blander seg ikke sammen med det andre vannet. Dette er fordi saltvannet er tyngre enn ferskvann»</i>

Tabell 4: Resultat av H4 «evnen til å evaluere og eventuelt revidere seg selv»

##### *H5: Ser problemet i et større perspektiv*

Denne kategorien vurderes på bakgrunn av elevenes besvarelser om spørsmålet som handler om å forklare forskjellen på ismelting på vann og på land, i tillegg til å vurdere konsekvenser av ismelting. Her har 19 av elevene som besvarte oppgaven, både klart å forklare forskjellene, og komme med eksempler på konsekvenser både lokalt og globalt. Nedenfor presenterer jeg

noen eksempler på elevbesvarelser som treffer denne kategorien for kjennetegn på kritisk tenkning:

Elev	Hvor	Utsagn
14	Spørsmål	«Akkurat der jeg bor vil jeg mest sannsynlig ikke merke så mye siden vi bor ca. 100 meter over havet, men hvis havnivået stiger vil bryggen og store deler av byen bli oversvømt. Siden all isen som smelter blir til iskaldt vann vil det kanskje bli litt kaldere. Nasjonalt vil Norge miste veldig masse land siden vi har en så lang kystlinje. Kystlinjen vil forandre seg og mange dyr som lever på strender og helt nede ved sjøkanten vil miste hjemmet sitt, og bli nødt til å flytte. Globalt vil utrolig mange mennesker miste hjemmene sine, og derfor bli nødt til å flytte. Store deler av land som Danmark og Nederland vil forsvinne under vann. Hvis havnivået stiger vil mange dyr blir tvunget til å finne nye leveområder»
12	Spørsmål	«Forskere og politikere; dere bør prioritere å hindre ismelting på land heller enn i havet. Dette må dere gjøre grunnet av at havnivået vil ikke stige av isen som ligger i havet, men isen på land vil påvirke havnivået. Når isen smelter på land og renner ut i havet øker havnivået. Vi har jo blitt fortalt at vi ikke vil at havnivået skal stige, fordi det vil kunne oversvømme mange stillehavsøyer og byer»

Tabell 5: Resultat av H5 «Ser problemet i et større perspektiv»

#### 4.2.2 Ferdigheter

For kategorien som ser på kjennetegn på ferdigheter i arbeid med kritiske tankeprosesser har kategoriene F2, F4, F5 og F6 blitt analysert i denne oppgaven. Kategoriene F1 og F3 blir ikke vurdert i analysen, men vil bli diskutert i neste kapittel.

##### *F2: Ser sammenhenger*

For denne kategorien vurderes elevenes evne til å se sammenhenger mellom observasjoner og forklaringer, i tillegg til hvordan de klarer å knytte spørsmålet til et større perspektiv. 16 av 25 elever viser at de har ferdigheter som passer inn under denne underkategorien. Nedenfor presenterer jeg et eksempel på hvordan eleven ser sammenhenger i sitt arbeid. Denne eleven ser sammenheng med observasjoner og forklaring på det naturfaglige fenomenet med ismelting i saltvann og i ferskvann.

<b>Elev</b>	<b>Hvor</b>	<b>Utsagn</b>
<b>4</b>	Observer	<i>«I begynnelsen så det ganske likt ut, isbiten i saltvann bevegede seg kanskje litt mer enn den andre. Det ferske vannet fikk forttest farge. Glasset med ferskvann ble kaldere enn saltvannet. Saltet blandet seg ikke med vannet, men det lå seg på bunnen, og ble varmere. Isbiten som smeltet forttest var den i ferskvannet, og den i saltvannet tok mye lengre tid å smelte»</i>
<b>4</b>	Forklar	<i>«Isbiten i saltvannet smeltet saktere, fordi når saltet la seg på bunnen av glasset forsvant all kulden til toppen av glasset, saltvann er derfor tyngre enn ferskvann. Mens isbiten i ferskvann hadde en jevn temperatur, og da kunne smelte fortere»</i>

Tabell 6: Resultat av F2 «Ser sammenhenger»

#### *F4: Strukturerer og bygger opp argument*

Som nevnt i kapittel 4.1.4 om kjennetegn på ferdigheter i arbeid med kritisk tenkning har jeg vurdert elevenes evne til å strukturere og bygge opp argument, med utgangspunkt i Toulmin (2003) sin struktur av argument. Dette betyr at elevene som helt eller delvis bygger opp argument som inneholder de delene som Toulmin (2003) hevder er elementer som er nødvendige for å kalle utsagn for argument, får utslag på denne kategorien. 18 av 25 elever bruker argumentasjon en eller flere ganger i løpet av det skriftlige arbeidet som ble levert inn. Nedenfor presenterer jeg to eksempler på elever som strukturerer og bygger opp sine argument i Tabell 7: Resultat av F4 «strukturerer og bygger opp argument». Der elev 21 har først prøvd å forutse fenomenet med ismelting i saltvann og i ferskvann, men opplever at denne forutsigelsen er feil og dermed endrer forklaringen sin. Videre argumenterer elevene på nytt og bruker ny kunnskap til å forklare fenomenet.

<b>Elev</b>	<b>Hvor</b>	<b>Utsagn</b>
<b>16</b>	Observer	<i>«Fargen flyter på toppen av saltvannet, men sprer seg jevnt ut i ferskvannet. Saltvannet er mye kaldere enn ferskvannet. Saltvannet var kaldere på toppen enn på bunnen, mens ferskvannet er kaldere på bunnen enn på toppen. Isen i ferskvannet smelter raskest»</i>
<b>16</b>	Forklar	<i>«Isen i saltvann smeltet saktere fordi saltet tar til seg varmen og gjør vannet kaldere. Når vannet er kaldere smelter isen saktere. Saltet er tyngre enn vann og derfor er det varmere på bunnen enn på toppen og siden isen flyter er det kaldest der den ligger»</i>
<b>21</b>	Forutsi	<i>«Jeg tror isbiten i saltet smelter fortere, fordi saltet tiltrekker seg varme»</i>
<b>21</b>	Forklar	<i>«Saltet trekker til seg det varme vannet som gjør at alt det kalde ligger på toppen der isbiten er, som igjen gjør at isbiten smelter saktere. I springvannet er det ikke noe som trekker til seg det varme vannet som gjør at det igjen blir mer likt temperatur i hele glasset, som igjen gjør at det smelter treige en saltvannet»</i>

Tabell 7: Resultat av F4 «Strukturer og bygger opp argument»

#### *F5: Formulerer konklusjon basert på bevis eller observasjon*

For kategori F5 som handler om elevenes evne til å formulere konklusjoner basert på bevis eller observasjon er det 16 av 25 elever som har fått utslag etter gjennomført analyse. Det som vurderes i denne kategorien er elevenes evne til å avslutte og oppsummere oppgaven de ble gitt, og hvordan de klarer å bruke observasjonene for å konkludere. Flere av elevene som ikke får utslag i denne kategorien, klarer å formulere en konklusjon, men de bruker ikke observasjonene, og får dermed ikke utslag i denne kategorien. Elevene som får utslag i denne kategorien får også utslag i kategori KU3 «Bruker ny kunnskap til å forklare, argumentere og konkludere», og resultatene presenteres derfor sammen med KU3.

<b>Elev</b>	<b>Hvor</b>	<b>Utsagn</b>
<b>22</b>	Forklaring etter diskusjon	<i>«Saltvannet gjør at vannet fra isbiten holder seg kaldt på toppen i stedet for å blande seg inn med det andre vannet som er varmere slik som det i ferskvannet gjør. Dette gjør at isbiten holder seg avkjølt i det kalde vannet på toppen av glasset»</i>
<b>24</b>	Forklar	<i>«Isbiten i saltvannet smeltet saktere, fordi når saltet lå seg på bunnen av glasset forsvant all kulden til toppen av glasset. Mens isbiten i ferskvann hadde en jevnere temperatur, og da kunne smelte fortere»</i>
<b>10</b>	Forklar	<i>«Isbitene i saltvannet smeltet seinere fordi salt vannet er tyngre enn ferskvannet, derfor lå alt ferskvannet seg på toppen mens saltvannet lå seg på bunnen. Når isen sakte, men sikkert smeltet lå den seg på toppen, dette vannet er kaldt siden det nettopp var is, og siden det er kaldere enn saltvannet, holder det på kulden til resten av isbiten som er igjen og dermed forsinker smelting av isbiten»</i>

Tabell 8: Resultat av F5 og KU3 «Formulerer konklusjon basert på bevis eller observasjon» og «Bruker ny kunnskap til å forklare, argumentere og konkludere»

#### *F6: Vurderer kvaliteten i egen og andres utforskning*

Denne kategorien baserte seg i denne analysen i stor grad på elevenes evne til å vurdere kvaliteten i egen utforskning. 13 av 25 elever viser at de evner å vurdere kvaliteten i sin egen forskning. Eksempler på elevutsagn blir presentert nedenfor i Tabell 9: Resultat av F6 «Vurderer kvaliteten i egen og andres utforskning»

<b>Elev</b>	<b>Hvor</b>	<b>Utsagn</b>
<b>1</b>	Forklaring	<i>«Isbiten i saltvannet smeltet sist fordi at når vi tar is og salt blir det kaldere, og det som er kaldest smelter jo ikke først. Jeg tenkte det var annerledes i vann og at saltet da hjalp på at det skulle smelte fortere. Jeg trodde først at den i ferskvannet skulle smelte først, men endret mening når jeg tenkte på at vi salter for at isen skal smelte»</i>
<b>18</b>	Forklaring etter diskusjon	<i>«De jeg jobbet med klarte ikke og styrke mine meninger fordi jeg hadde gode meninger fra før, de hadde bare ting som ikke hva fakta»</i>
<b>3</b>	Forklar	<i>«Isbiten i ferskvann smeltet fortere fordi saltet gjør vannet kaldere og da smelter isbiten i saltvann saktere enn den i ferskvann»</i>
<b>3</b>	Forklaring etter diskusjon	<i>«Isbiten i ferskvann smeltet fortere fordi saltet gjør vannet kaldere og da smelter isbiten i saltvann saktere enn den i ferskvann. Saltet ligger seg på bunnen og gjør sånn at vannet fra isbiten holder seg på toppen (som er veldig kaldt), og blander seg ikke sammen med det andre vannet. Dette er fordi saltvannet er tyngre enn ferskvann»</i>

Tabell 9: Resultat av F6 «Vurderer kvaliteten i egen og andres utforskning»

#### 4.2.3 Kunnskaper

Som vist i diagrammet får alle kategoriene for kjennetegn på bruk av kunnskaper, utslag i denne analysen. Alle kategoriene ble testet under analysen da alle ble sett på som mulige å teste i denne oppgaven.

##### *KU1: Bruker bakgrunnskunnskap*

Her bruker 14 av 25 elever bakgrunnskunnskap de har for å komme med en begrunnelse for sine forutsigelser. Det er et jevnt antall over de elevene som bruker bakgrunnskunnskap for å begrunne en forutsigelse som viser seg å være feil, og dem som har en riktig hypotese for hva som faktisk skjer i forsøket. Jeg presenterer noen eksempler nedenfor i Tabell 10, sammen med KU2, der elevene viser at de bruker bakgrunnskunnskaper for å forutse hva som skjer i elevøvelsen.

*KU2: Evner å stille spørsmål og forutse/lage hypoteser om naturfaglige fenomen*

I denne analysen får 19 av 25 elever utslag på denne kategorien. Kategorien passer til den strukturen som undervisningssituasjonen gjennomføres i, men den vil også være relevant i annet arbeid i naturfaget. Jeg presenterer noen eksempler på elevbesvarelser som får utslag både i denne kategorien, og kategori KU1. Resultatene presenteres sammen for å slippe gjentakelse eller repetisjon av de samme elevbetsvarelsene.

<b>Elev</b>	<b>Hvor</b>	<b>Utsagn</b>
<b>25</b>	Forutsi	<i>«Jeg har opplevd at jeg skal lage hjemmelaget iskrem i pose i fryser og da putter jeg posen med fløte i en annen pose med isbiter og salt. Saltet gjør at isbitene blir kaldere og at fløten fryser kjappere»</i>
<b>18</b>	Forutsi	<i>«Når jeg har laget hjemmelaget is putter jeg salt og isbiter i en pose for at det skal bli fortere kaldt og sånn at fløteblandingen blir fortere kaldt og stivner»</i>
<b>12</b>	Forutsi	<i>«Det gjør frysepunktet sånn at det blir lavere. Jeg tror dette fordi det blir saltet på veiene om vinteren så derfor tror jeg dette»</i>
<b>3</b>	Forutsi	<i>«Isbiten i saltvannet smelter først fordi salt pleier å smelte isen på vinteren»</i>

Tabell 10: Resultat av KU1 og KU2: «Bruker bakgrunnskunnskap» og «Evner å stille spørsmål og forutse/lage hypoteser om naturfaglige fenomen»

*KU3: Bruker ny kunnskap til å forklare, argumentere og konkludere*

14 av elevene viser i denne analysen at de klarer å bruke ny kunnskap til å forklare, argumentere og konkludere. De fleste av disse bruker sine observasjoner som ny kunnskap, og bruker observasjoner til å forklare. Dette betyr at resultatene i denne, for å ikke repetere elevene sine utsagn, blir å finne i Tabell 8: Resultat av F5 og KU3 «Formulerer konklusjon basert på bevis eller observasjon» og «Bruker ny kunnskap til å forklare, argumentere og konkludere» og videre drøftet i kapittel 5.1.3.

#### *KU4: Bruker nøkkelbegreper og faglig diskurs*

I det datamaterialet som ble brukt i analysen for denne oppgaven var det ti elever som bruker en form for nøkkelbegreper eller faglig diskurs. I Tabell 11: Resultat av KU4 «Bruker nøkkelbegreper og faglig diskurs» blir noen eksempler på bruk av nøkkelbegreper eller faglig diskurs presentert:

<b>Elev</b>	<b>Hvor</b>	<b>Utsagn</b>
<b>14</b>	Spørsmål	<i>«Hvis havnivået stiger vil mange dyr blir tvunget til å finne nye leveområder»</i>
<b>10</b>	Forklar	<i>«saltvannet er tyngre enn ferskvannet»</i>
<b>12</b>	Forutsi	<i>«Det gjør frysepunktet sånn at det blir lavere»</i>
<b>25</b>	Forklar etter diskusjon	<i>«saltet trekker til seg varmen i vannet»</i>

Tabell 11: Resultat av KU4 «Bruker nøkkelbegreper og faglig diskurs»

#### 4.2.4 Kriterier

I analysen av elevtekstene har underkategoriene som viser kjennetegn på kriterier i kritisk tenkning som har blitt vurdert, er kategoriene KR2 og KR3. Kategori KR1 ble ikke vurdert i denne analysen, men vil på lik linje som de andre, bli diskutert i neste kapittel.

#### *KR2: Viser kildekritikk*

Analysen av elevtekstene viser at fire av elevene bruker og tar hensyn til kilder når de besvarte spørsmålet om havnivåstigning. Disse blir presentert i Tabell 12: Resultat av KR2 «Viser kildekritikk»



<b>Elev</b>	<b>Hvor</b>	<b>Utsagn</b>
<b>12</b>	Spørsmål	<i>«Bryggen her i Bergen vil være oversvømt allerede i 2100 ifølge Naturvernforbundet»</i>
<b>4</b>	Spørsmål	<i>«Mange dyrearter kommer til å bli utryddet, og mange kommer til å miste hjemmene sine (www.wwf.no)»</i>
<b>14</b>	Spørsmål	<i>Dette betyr at hvis ikke vi stopper isen, så mister vi mer og mer plass. Dette vises i kartet nedenfor (kilde: <a href="https://coast.noaa.gov">https://coast.noaa.gov</a>)</i>
<b>23</b>	Spørsmål	<i>«1,4 milliarder mennesker som bor langs kysten og i høyfjellet rammes allerede av havnivåstigning og klimaendringer sier forskning.no»</i>

Tabell 12: Resultat av KR2 «Viser kildekritikk»

### *KR3: Underbygger sine slutninger*

I denne analysen viser 14 av 25 elever at de evner å underbygge sine slutninger. Disse kommer fram både når de forutser hypotesen og når de forklarer det naturfaglige fenomenet. Noen eksempler på utsagn blir presentert nedenfor i Tabell 13: Resultat av KR3 «Underbygger sine slutninger».

<b>Elev</b>	<b>Hvor</b>	<b>Utsagn</b>
<b>24</b>	Forutsi	<i>«Jeg tror at det glasset med salt smelter raskest fordi man bruker salt for å smelte is på veiene og saltet gjør isen varmere»</i>
<b>15</b>	Forutsi	<i>«Jeg tror isen i glasset med salt i kommer til å smelte først. Det er fordi salt gjør at smeltepunktet til vann blir under 0 grader. Derfor må det være kaldere for at saltvann skal fryse»</i>
<b>21</b>	Forklar	<i>«Saltet trekker til seg det varme vannet som gjør at alt det kalde ligger på toppen der isbiten er, som igjen gjør at isbiten smelter saktere»</i>
<b>16</b>	Forklar	<i>«Saltet er tyngre enn vann og derfor er det varmere på bunnen enn på toppen og siden isen flyter er det kaldest der den ligger»</i>

Tabell 13: Resultat av KR3 «Underbygger sine slutninger»

## 5.0 Diskusjon

I dette kapitlet har jeg som formål å svare på hva resultatene forteller av den kvalitative tekstanalysen i lys av det teoretiske grunnlaget som ble lagt fram i kapittel 3. I tillegg ønsker jeg å diskutere hvordan skriftlig arbeid i FOF-strukturen kan brukes som didaktisk metode, i kartlegging av kritiske tankeprosesser i naturfaget. Målet med denne studien handler om å finne ut hvilke kjennetegn for kritisk tenkning som finnes i faget, og hvilke av dem som er mulig å finne i skriftlig elevarbeid. Det har som tidligere skrevet, ikke blitt gjennomført nye tester av analyseverktøyet, noe som gjør at funn som kommer utenfor de kategoriene som er presentert i rammeverket, dermed blir utgangspunkt for videre arbeid og utvikling. I tillegg er det flere av kategoriene i rammeverket som ikke blir vurdert i analysen av elevtekstene, fordi de ikke er relevante for datamaterialet i denne omgang.

Problemstillingen er på lik linje som metoden også todelt, og handler om hvilke kjennetegn på en kritisk tankeprosess man kan finne i naturfaget. I tillegg til å undersøke hvordan skriftlig elevarbeid i en styrt utforskende aktivitet kan brukes med kartlegging av kritisk tenkning i faget. Med bakgrunn i målet med oppgaven som handler om å utvikle et konkret verktøy, som kan brukes i kartlegging av kritisk tenkning, vil jeg i dette kapitlet vurdere og diskutere hvordan verktøyet kan fungere for bruk i skolen.

### 5.1 Kjennetegn på kritisk tenkning i naturfaget

Barn og unge lever i dag i et annerledes samfunn enn det tidligere generasjoner har vokst opp i. Informasjonssamfunnet er både mer komplekst og mye større enn det foreldregenerasjonen har vokst opp med (Veum & Skovholdt, 2020). Framtiden er uviss, men elevene må i større grad lære seg å vurdere informasjon og kunnskap selvstendig, det er det liten tvil om. Dette betyr at skolen må bidra til å gjøre elevene i stand til å tenke både kritisk og selvstendig (Meld.St.28, 2015-2016). Jeg nevner flere ganger i denne oppgaven at det er en generell enighet om at kritisk tenkning blir sett på som en sentral kompetanse i skolen (OECD, 2019; NOU 2015: 8, 2015), men at hvordan det skal brukes i skolen er mer vanskelig å finne svar på. Derfor ønsket jeg å utvikle et verktøy som samlet sammen ulike kjennetegn på kritisk tenkning til et konkret verktøy som jeg kan bruke i min oppfølging av elever i faget. Som analyseverktøyet viser, kommer kjennetegn på kritisk tenkning fram gjennom både ulike tankeprosesser, men også fram som ulike kompetanser og evner. Jeg har valgt å dele kjennetegn på kritisk tenkning inn i fire kategorier, noe som viser både til bredden av hva kritisk tenkning kan inneholde, men også hvor komplekst og variert kritisk tenkning kan være.

Det har i arbeid med denne oppgaven, blitt tydelig for meg at kritisk tenkning er viktig både i naturfaget, men også skolen som en lærende organisasjon. Forskningsområdet prioriteres, noe som vises i grunnlaget for teorien i denne oppgaven. Jeg viser til ARGUMENT-prosjektet, som har utarbeidet en egen modell på kritisk tenkning, som kan knyttes direkte til bruk i skolen. Dette betyr likevel at de fire hovedkategoriene og de 18 underkategoriene på kjennetegn på kritisk tenkning jeg har formulert, vil i framtiden også være mangelfulle. I nær framtid kan det komme ny forskning på området, noe som gjør at analyseverktøyet må oppdateres. Likevel vil dette være et utgangspunkt til videre arbeid og utvikling av egen praksis, og arbeidet vil forhåpentligvis bli lettere i framtiden.

### 5.1.1 Holdninger

Holdninger kommer fram både i praktiske og i reflekterende aktiviteter der man handler basert på fornuft, hevder Ennis (1987). Holdninger kommer derfor fram både i faglige og hverdagslige sammenhenger. Det å identifisere hvilke holdninger som er relevant i arbeid med kritisk tenkning har vært et omfattende og krevende arbeid, nettopp fordi Ennis (1996) hevder at holdninger er vanskelig å lete etter, og at noe må skje for at holdninger kommer til syne. Dette opplever jeg også i analysen av elevtekstene. Kritisk tenkning handler om å ta gode valg og avgjørelser i livet, samt å ha et grunnlag for å kunne både ta, men også forstå beslutninger som tas. Skolen skal legge til rette for at elevene har grunnlag for å mestre sine egne liv (NOU 2015: 8, 2015), samtidig som elevene skal utvikle egne meninger og ta avgjørelser ut ifra egne holdninger og verdier. Samtidig hevder Ennis (1987) at i noen tilfeller blir en holdning presentert som noe en elev «bør» ha, og at det finnes en riktig holdning til et problem. Dette er problematisk når man arbeider med utvikling av holdninger som en egenskap innenfor kritisk tenkning. Dette kan gjøre at elever velger enklere utveier, og dermed svarer det de tror læreren mener er den riktige holdningen.

I denne analysen opplever jeg at mange av de kjennetegnene på holdninger som jeg har utformet i analyseverktøyet er vanskelig å finne igjen i skriftlig elevarbeid. H1 som handler om å ha et ønske om å være velinformert og fordomsfri, vurderer jeg som relevant å se etter blant annet i naturfaglige diskusjoner eller debatter. Jeg tok meg selv i å først vurdere mange av besvarelsene som treff i denne kategorien, men jeg kom til slutt fram til at det var for vanskelig å analysere tekstene innenfor denne kategorien. Dette gjorde at kategorien ble tatt ut av analysen og må sammen med andre bli testet etter denne oppgaven er levert. Når det gjelder kategori H2 som handler om å holde seg til problemet, opplevde jeg at oppgaven elevene fikk ikke nødvendigvis la opp til muligheten for å «ikke» holde seg til problemet. Det er mulig at det kunne vært

interessant å diskutere hvordan elevene lot seg påvirke av informasjon fra de andre elevene i den muntlige diskusjonen, men det er ikke mulig å vurdere i denne oppgaven.

I og med at elevene fikk i oppgave å argumentere for forskjellen mellom ismelting på land og i vann, i tillegg til å vurdere konsekvenser av ismelting lokalt og globalt gjør at de fleste av elevene derfor får utslag på kategorien H5, nettopp fordi de har svart på spørsmålet. Likevel presenterer Tabell 5 noen eksempler på elever som ser problemet i et større perspektiv. Det er dog vanskelig å vurdere om de hadde sett denne sammenhengen på egenhånd. Likevel vurderer jeg kategorien som relevant i arbeid med store, naturfaglige problemstillinger, der gjerne klima, fornybar energi, helse eller andre spørsmål kommer fram. Den kategorien det derimot går an å si noe om hvordan elevene sine holdninger kommer til uttrykk i denne analysen, er i H4. Denne kategorien viser at det å evne å evaluere sitt eget arbeid, samt å revidere arbeidet sitt hvis evalueringen krever det, er det mulig å si noe om. I denne analysen viser 19 av elevene at de enten endrer sin opprinnelige forklaring når de møter på observasjoner som ikke samsvarer med forklaringen, eller de endrer sin forklaring etter innspill fra medelever.

Tabell 4 viser til eksempel der elev 15 har endret sine ideer etter møte med observasjoner som ikke samsvarer med den opprinnelige hypotesen. Dette viser at eleven bruker sine observasjoner, analyserer og evaluerer disse, noe som også bidrar til å sikre kvalitet i den tenkningen som skjer. Dette hevder Mestad et al. (2019) er sentralt i forklaringssjangeren, og eleven får dermed en innføring i den vitenskapelige tenkemåten. Piaget (1952) mener at når elever møter på informasjon som ikke passer med de eksisterende forestillingene man har, så vil man ha et ønske om å justere på forestillingen. Dette blir kalt akkomodasjon, og i dette tilfelle vil observasjonene bidra til en ny forventning eller forestilling. Videre viser elev 15 at den evner å både evaluere sitt eget arbeid, i tillegg til å revidere når observasjonene krever at forklaringen må endres.

Kommer holdningene til elevene fram i den muntlige diskusjonen? Det er spørsmålet jeg stilte meg selv når jeg begynte å analysere elevtekstene og syntes det var vanskelig å vurdere om jeg kunne hevde at en elev viste uttrykk for en holdning i sin tekst. Selv om sosiokulturelle læringsteorier hevder at læring er tett knyttet opp til bruk av språk og at vi lærer gjennom å formulere våre erfaringer språklig (Mestad et al., 2019), vil språket variere i ulike situasjoner. Skrivning i naturfaget handler blant annet om å få oversikt over en mengde stoff, formidle sin egen og andres kunnskap, i tillegg til å planlegge og systematisere informasjon (Bjørkvold, 2020; Norris & Phillips, 2003). Derfor lurer jeg på om kjennetegn på holdninger derfor i større grad kom fram i den muntlige diskusjonen sammen med medelevene. I denne delen fikk de

mulighet til å vurdere sin egen forklaring opp mot andres, og måtte derfor vurdere om informasjonen de andre delte var relevant for sin egen forklaring eller ikke. Det er derfor mulig at flere av kategoriene på kjennetegn på holdninger ville vært mer interessant å se på under muntlige diskusjoner. Disse muntlige diskusjonene er ikke mulig å analysere i denne oppgaven, men det får bli et utgangspunkt til videre utvikling av analyseverktøyet.

I undervisningsopplegget som denne datainnsamlingen ble gjennomført under, var også relativt «strømlijeformet», noe som gjør at elevene jobbet seg gjennom de ulike spørsmålene i rekkefølge. Det ville vært interessant å se hvordan elevene i etterkant av oppgaven hadde tatt posisjon i spørsmålet som handlet om issmelting globalt og lokalt, og om visualisering av problemet kunne i større grad gitt uttrykk for holdninger til problemet. Selv om holdninger ikke nødvendigvis kommer fram i denne analysen, viser både teori, men også mine egne erfaringer, at holdninger kommer til uttrykk i andre deler av naturfagundervisningen. Dette gjør at jeg ved senere anledninger vil teste ut disse kategoriene i annet type arbeid i faget. Likevel har arbeid med både kritisk analyse av teorien om kritisk tenkning, og gjennom innsamling og analyse av skriftlig elevarbeid, gjort meg oppmerksom på hvordan holdninger kan komme fram i arbeid med kritisk tenkning i naturfaget.

### 5.1.2 Ferdigheter

Både Ennis (1987) og Facione (1990) nevner ulike ferdigheter når de argumenterer for hva som er viktige egenskaper i arbeid med kritisk tenkning i naturfaget. Det å trene elever til å bruke sin rasjonalitet på en selvstendig og undersøkende måte, slik at de kan vurdere påstander og ta stilling til dem, er kjernen i arbeid med kritisk tenkning i skolen. Likevel hevder Facione (1990) at hvordan ferdigheter innenfor kritisk tenkning skal forstås, ikke bare i naturfaget, men også på tvers av fag, er et viktig spørsmål. I denne oppgaven har noen ferdigheter blitt testet gjennom skriftlig arbeid, og mange av elevene viser at de har ferdigheter i kritisk tenkning. Facione (1990) tok utgangspunkt i seks kjerneferdigheter, som videre er beskrevet i underferdigheter. I arbeid med utvikling av analyseverktøyet tok jeg utgangspunkt i disse seks kjerneferdighetene, og formulerte dem slik at de brukes i kartlegging av elevarbeid. Disse ferdighetene er å tolke, analysere, vurdere, konkludere, forklare og evnen til selvregulering. Denne kategorien viser, på lik linje som holdninger, en bredde som viser kritisk tenkning som mentalprosess, men også at kritisk tenkning kan komme fram i ulike deler av naturfagundervisningen.

Det er ikke bare i sammenheng med kritisk tenkning at begrepet «ferdigheter» i skolen blir nevnt. NOU (2015) hevder skolen har et samfunnsoppdrag som omfatter mål som at elever skal utvikle *ferdigheter* for å mestre sitt eget liv, i tillegg til å bidra i arbeid i samfunnet. OECD

(2019) nevner også *ferdigheter* og kompetanser som elever i skolen må tilegne seg i det 21. århundret. Kritisk tenkning blir av OECD (2019) trukket fram som en av de ferdighetene som elevene må både mestre og praktisere. Dette betyr at kritisk tenkning i seg selv ansees som en ferdighet som vårt samfunn er avhengig av at det arbeides med i skolen. Det er derfor krevende at det ikke finnes generell enighet om hvordan man skal definere begrepet kritisk tenkning, eller hvordan man skal arbeide med kritisk tenkning i skolen (Bailin, 2002; Vieira et al., 2011). Basert på teoretisk gjennomgang av kjennetegn på ferdigheter innenfor kritisk tenkning, samt analysen av elevarbeidet, kan det tenkes at ferdigheter kommer tydeligere fram i skriftlig arbeid enn holdninger gjør. Ferdigheter handler om hvordan elevene bruker kritisk tenkning til å utvikle en dypere forståelse av hva det er som skal læres (Facione, 2000).

Kritisk tenkning er nyttig å lære, dette hevder Facione (2000). Ferdigheter i kritisk tenkning kan derfor virke positivt på motivasjonen og viljen til å drive kritisk tenkning. Kritisk tenkning er også nyttig i arbeid med Scientific Literacy og en allmennkunnskap rundt naturfaglige prosesser og tenkemåter. Både Turiman et al. (2012) og Vieira et al. (2011) hevder at Scientific Literacy er en ferdighet som elever må tilegne seg i det 21. århundre. Kjennetegn på hvordan elevene kan arbeide med å utvikle ferdighetene, handler blant annet om å forutse, observere, bruke tall og data og å kommunisere kunnskap. Flere av disse ferdighetene blir testet i analysen og blir nevnt som kjennetegn på kritisk tenkning. Dette betyr at kritisk tenkning i seg selv blir sett på som en egen ferdighet, men at ferdigheter innenfor kritisk tenkning også er viktig i arbeid med andre deler i naturfaget og i skolen som en helhet.

I analysen av tekstene til elevene i denne oppgaven var det fire av de opprinnelige seks kategoriene som ble testet. Dette er en vurdering av at kategoriene F2, F4, F5 og F6 var de som var hensiktsmessig å teste i akkurat denne undervisningssituasjonen. Det betyr ikke at de resterende kategoriene F1 og F3 ikke er relevant i arbeid med kritisk tenkning i faget, men at de vil komme fram i andre deler av undervisningen. F2 som handler om å se sammenhenger, vurderer jeg som sentralt i mye arbeid i faget, og Tabell 6 viser eksempel på elev 4 som ser sammenheng mellom sine observasjoner og sin forklaring. Det kan komme fram i kompetansemålene som handler om å bruke innsamlede data til å lage naturfaglige forklaringer, samt å vurdere forklaringene i lys av teori. Det å se sammenhenger kan også komme fram i arbeid med å koble store naturfaglige spørsmål og det som skjer i klasserommet, dette kan være ved utforskning av ulike problemstillinger gjennom arbeid på lab, fordypning eller feltarbeid. I denne analysen viser 16 av 25 elever at de evner å se sammenhenger på en eller annen måte i

denne oppgaven. De fleste av disse evner å bruke observasjoner til å forklare fenomenet, eller å forklare hvordan ismelting påvirker samfunnet vårt lokalt og globalt.

F4 handler om elevenes evne til å strukturere argument. Denne kategorien blir utvidet til et eget kapittel da flere andre kategorier også handler om argumentasjon i kritisk tenkning, og jeg ønsker å diskutere dette dypere. Kort viser 18 av 25 elever i denne analysen at de evner å argumentere for sine påstander eller forklaringer, enten i form av kunnskap de har fra før eller kunnskap de opparbeider seg gjennom observasjoner eller diskusjon med andre. Det er ulikt hvordan denne ferdigheten kommer fram, men jeg ser at når elevene får flere muligheter til å styrke sin argumentasjon gjennom oppgaven, at får flere utslag på denne kategorien. Dette betyr at argumentasjon kommer fram gjennom ulikt type arbeid, og en slik undervisningssituasjon som dette kan legge til rette for at flere elever kan forbedre sin argumentasjon.

F5 handler om hvordan elevene formulerer konklusjoner basert på bevis eller observasjon. Tabell 8 presenterer noen eksempler på hvordan noen av elevene bruker observasjonene sine når de konkluderer. Noen av elevene bruker observasjoner av det de ser, mens andre bruker observasjoner de kjente som temperaturforskjellen på glassene. Jeg har også med et eksempel der elev 22, etter diskusjon med andre, brukte observasjonene i forklaringen sin for å styrke den sammenlignet med den på egenhånd. Dette kan bety at samarbeidet med medelever kan i dette tilfellet ha bidratt til at elev 22 viser kjennetegn på en kritisk tankeprosess i denne kategorien.

Hvordan elevene vurderte kvaliteten i sin egen og andres utforskning og kategori F6 er tett knyttet opp mot kompetansemål i faget. I gjennomføringen av datainnsamlingen opplevde jeg her at elevene i stor grad vurderte andres utforskning i den muntlige diskusjonen. Likevel presenteres det i Tabell 9 noen elevutsagn fra de 13 elevene som også har gjort dette skriftlig. Elev 1 reflekterer over sin hypotese som viste seg å være feil, mens elev 18 vurderer kvaliteten hos de andre elevene som dårligere enn sine egne resonnerment. Til slutt viser også Tabell 9 til elev 3 som utvider sin forklaring etter diskusjon med sine medelever, der eleven får en dypere faglig forklaring på fenomenet.

F1 og F3 også er tatt med i analyseverktøyet, selv om de ikke vurderes i denne analysen. F1 handler om elevenes evne til å identifisere argument, bevis og konklusjoner. Jeg vurderer denne kategorien som relevant i arbeid med å vurdere sin egen eller medelevers utforskning, men også i arbeid med eksterne kilder og kildekritikk. For å kunne identifisere de ulike delene må elevene ha kunnskaper om de ulike, og derfor tenker jeg arbeid med konkrete forskningsartikler og lignende kan brukes i arbeid med denne kategorien. Noen kompetansemål som denne

kategoriene kan bringe, vil være «å skille mellom observasjoner og konklusjoner», «gi eksempler på hvordan naturvitenskapelig kunnskap utvikler seg» i tillegg til det kompetansemålet om nevner en kritisk tilnærming til eksisterende kunnskap (Kunnskapsdepartementet, 2019). F3 derimot handler om hvordan elevene håndterer irrelevante opplysninger. Her var jeg tidlig forberedt på at denne kategorien ville være vanskelig å teste i dette undervisningsopplegget. Jeg velger likevel å ta det med i analyseverktøyet, fordi jeg tror den kan være relevant i diskusjoner med andre elever, og i arbeid med å bruke observasjonene til å komme med naturfaglige forklaringer, i tillegg til i arbeid med allerede etablert vitenskap.

### 5.1.3 Kunnskaper

Utdanningsdirektoratet (2017) hevder at hvis elever skal tilegne seg ny kunnskap må allerede etablerte ideer kunne kritiseres med teori, argumentasjon, erfaringer og bevis. Osborne (2014) mener det å oppdage ny kunnskap i tillegg til å bygge en forståelse av etablerte ideer, er noen av målene med å lære naturfag i skolen. Turiman et al. (2012) hevder elever må utvikle en rekke basiskunnskaper for å kunne mestre livet i det 21. århundre. Eksempler på disse som kan brukes både i utforskende arbeid, men også i arbeid med kritisk tenkning i faget, handler om å kunne observere, bruke og forstå tall, deltakelse og evnen til å forutse og kommunisere kunnskap. Bailin (2002) hevder at det mangler en sammenhengende og forsvarlig oppfatning av hvordan man skal bruke kritisk tenkning i skolen. Hun hevder videre at kritisk tenkning som prosess, skiller seg fra kunnskap på den måten at man må anvende kunnskaper for å kunne tenke kritisk, men man må ikke anvende kritisk tenkning for å arbeide med kunnskaper. Resultatene viser at flertallet av elevene viser en eller annen form for kunnskaper gjennom det skriftlige arbeidet som jeg samlet inn. Norge er også kjent for å være en kunnskapsnasjon, og mye av undervisningen i Norge baserer seg på å anvende ulike former for kunnskaper for å lære fag.

Kunnskapssyn eller synet på læring, står sentralt i lærerutdanningen, og den sosiokulturelle læringsteorien påstår at læring er knyttet opp til språket (Mestad et al., 2019). Videre så hevder Vygotsky (2001) som er en sentral teoretiker innenfor denne læringsteorien, at det å formidle kunnskap er en svært krevende tankeprosess. Det å formidle sin kunnskap gjennom å skrive, blir av flere (Bjørkvold, 2020; Norris & Phillips, 2003) trukket fram som en metode for å systematisere og organisere informasjon. Det å skrive i naturfag kan også ha som formål å bidra til en dypere forståelse av kunnskap som videre kan bidra til konstruksjon av ny kunnskap. I denne oppgaven har Bailin (2002) dannet grunnlaget for kategorien som handler om elevers evne til å vise kunnskaper i arbeid med kritiske tankeprosesser. Disse tar utgangspunkt både i



elevenes bruk av forkunnskaper, men også i hvordan de både konstruerer og bruker ny kunnskap.

I resultatene har valgt å slå sammen kategoriene i KU1 og KU2. Dette begrunnes med at i denne analysen kom bruk av bakgrunnskunnskaper fram gjennom elevenes evne til å forutse naturfaglige fenomen. For å ikke gjenta elevutsagn ble derfor resultatene presentert i sammen i Tabell 10. Det blir en videre vurderingssak om begge kategoriene skal brukes i videre arbeid med analyseverktøyet, likevel kan det tenkes at i annet arbeid i faget så vil det å bruke bakgrunnskunnskap komme fram i andre tilfeller enn å forutse et naturfaglig fenomen. Jeg ser på det derfor som hensiktsmessig å ha med begge to i den videre utviklingen av verktøyet. Denne analysen viser at elevene som evner å begrunne sine hypoteser i stor grad bruker bakgrunnskunnskap. Jeg har ikke vurdert om elevene bruker «riktig» kunnskap, men heller at de faktisk bruker kunnskap de har fra før. Dette betyr at elev 3 og 12, som vist i Tabell 10, hevder at vi salter veier om vinteren for å smelte snø eller is, også får utslag på denne kategorien. Dette gjør jeg fordi jeg ikke vurderer elevenes kunnskap, men jeg skal bruke verktøyet for å kartlegge elevenes evne til kritisk tenkning. Elevene har aktivert hverdagslige forestillinger på naturfaglige fenomen, og knytter det til faget. Det gjør at de treffer innenfor dette kjennetegnet. For videre arbeid kan denne kategorien som handler om å bruke bakgrunnskunnskap knyttes til underkategorier for kriterier, og kan brukes for å styrke kvaliteten i elevenes kritiske tenkning. Dette tar jeg med meg i videre arbeid med analyseverktøyet.

De fleste elevene som klarer å anvende kategori KU3: Bruker ny kunnskap til å forklare, argumentere og konkludere, treffer også på kategori F5: Formulerer konklusjon basert på bevis eller observasjon. Disse er slått sammen i resultatene presentert i Tabell 8, for å unngå å gjenta elevutsagnene. Dette betyr at i mitt analyseverktøy er det muligens ikke nødvendig å ha med begge to. Jeg kan se for meg at i annet arbeid i faget så er ikke det å bruke ny kunnskap, og å bruke bevis eller observasjon det samme. Dette er noe jeg må teste videre og vurdere om det er nødvendig å ha to relativt like, men samtidig litt ulike aspekt, i mitt analyseverktøy. Uansett har elevene som klarer å bruke observasjonene sine til å forklare det naturfaglige fenomenet i denne omgang, også fått utslag på å bruke ny kunnskap. Jeg vurderer det i denne oppgaven som at en observasjon kan ansees som «ny kunnskap», og mange av elevene bruker også observasjonene sine til å forklare, enten aleine eller i samkonstruksjon med andre.

For kategori KU4: Bruker nøkkelbegreper eller faglig diskurs viser i denne analysen at ti av elevene treffer denne kategorien. Jeg har ikke i denne oppgaven presisert hva som menes med nøkkelbegreper eller faglig diskurs, noe som betyr at analysen i denne kategorien er i større

grad subjektiv enn de andre. Likevel viser Tabell 11 noen elever at de evner å bruke begrepene på en mer hensiktsmessig måte for å forklare eller argumentere for sine påstander. Som vist i tabellen, kan dette være begreper som «smeltepunkt» og «frysepunkt», eller at saltvann er «tyngre» enn ferskvann.

#### 5.1.4 Kriterier

Kjennetegn på kriterier innenfor kritiske tankeprosesser er den siste kategorien som ble utarbeidet i arbeidet med analyseverktøyet. Modellene til Facione (1990) og Bailin (2002) har stort fokus på den enkelte elevens autonomi, men Vieira et al. (2011) hevder at også sosiale aspekt, faglig bakgrunn og annen praksis også er en del av kritisk tenkning som en helhetlig prosess. Bailin (2002) presiserer at kvalitet er avgjørende for kritisk tenkning, men presiserer ikke hvordan kvaliteten kan styrkes. Vieira et al. (2011) utviklet derfor kategorien som går på kriterier for hjelpe elevene i å styrke sin egen tenkning og videre oppnå forståelse av naturfaglige konsepter og prosesser. En dypere forståelse og kunnskap om de naturfaglige konseptene, i tillegg til naturfaglige prosesser, kan videre bygge grunnlaget for å ta personlige beslutninger, deltakelse i samfunnet og i andre demokratiske aktiviteter. Det å styrke sin egen kritiske tenkning kan derfor bidra til en utvikling av den naturfaglige allmenndannelsen.

Vieira og Tenero-Vieira (2016) testet ut hvordan kritisk tenkning og den naturfaglige allmenndannelsen knyttes sammen. Det å ha kontroll på de ulike variablene, presisjon i datainnsamling i tillegg til arbeid med kredibilitet i egen forskning, bidrar til at elevene kan i større grad støtte seg på sine funn. Videre trekker de fram hvordan kildekritikk og det å finne naturfaglig informasjon basert på kredibilitet også bidrar til styrke kvaliteten i egen utforskning. Sjøberg (2009) hevder at vitenskapen har endret seg, og at skolen kan idealisere en versjon av vitenskap som ikke stemmer. Dette betyr at den naturfaglige allmenndannelsen kanskje står enda sterkere enn tidligere, og elever må ikke bare ha ferdigheter, holdninger og kunnskaper i arbeid med kritisk tenkning, men også teknikker for å styrke kvaliteten i sin egen tenkning.

I denne analysen vurderte jeg i utgangspunktet å ikke ta med KR2 som handler om elevers evne til å være kritiske til kilder. Likevel opplevde jeg at fire elever henviser til kilder når de besvarer oppgaven som knytter ismelting til det globale perspektivet. Det kan tenkes at disse fire elevene refererer til kilder av vane, og at de alltid refererer når de bruker informasjon som ikke er deres egen. Jeg velger likevel å presentere disse fire elevenes utsagn i Tabell 12. Likevel kan jeg vurdere at elevene har vært i en tankeprosess når de bruker informasjonen da kildene er anerkjente norske eller utenlandske nettsider. KR3 som handler om elevenes evne til å underbygge sine slutninger, eller å argumentere for sine forklaringer. Dette vil bli diskutert

ytterlige i kapittel 5.3 sammen med argumentasjon i kritisk tenkning. Tabell 13 viser til noen eksempler der elevene underbygger sine slutninger.

KR1 derimot ble ikke vurdert i denne analysen fordi det var krevende å vurdere hvordan elevene sikret kvalitet for sine data. Dette begrunnes med at aktiviteten var delvis lærerstyrt, noe som gjorde at flere premisser var satt på forhånd, fordi elevene skulle stole på sine resultat. Kategorien ansees likevel som interessant å bruke i arbeid med elevstyrte aktiviteter, der elevene må ta hensyn til ulike feilkilder og lignende. Denne kategorien vil bli testet etter denne oppgaven er ferdig, og brukt i videre utvikling av analyseverktøyet.

#### 5.1.5 Bruk av analyseverktøyet i praksis

I denne analysen har jeg testet bruk av analyseverktøyet på skriftlig elevarbeid som er gjort i en satt skriveramme. Jeg vil i de neste delkapitlene diskutere hvordan elevenes kritiske tenkning kommer fram i de ulike delene av undervisningen, og hvilke tanker jeg har gjort meg rundt en slik metode for å kartlegge elevenes tenkning. Jeg opplever at noen kategorier er vanskelig å vurdere i skriftlig arbeid og har derfor bare valgt å vurdere noen av kategoriene i denne oppgaven. Dette betyr ikke at kategoriene som ikke blir vurdert eller ikke er viktige, men rammene for denne oppgaven gjør det vanskelig å få tid til å teste verktøyet ytterligere. Likevel så er forskning på kritisk tenkning i faget på vei framover, slik at det å konkludere med et ferdig analyseverktøy etter denne oppgaven, ville vært svært vanskelig.

Det ville vært mulig å gi alle elevene som har levert sitt arbeid, en konstruktiv og formativ tilbakemelding på deres evner til å tenke kritisk, basert på de funnene som vist i denne oppgaven. Jeg kan videre vurdere hvordan undervisningsopplegget fungerer for å utvikle egen undervisningspraksis. Analyseverktøyet kan også brukes for å kartlegge hva elevene er gode på, og hva klassen som helhet må arbeide mer med. Dette gir et godt utgangspunkt for videre utvikling av både analyseverktøyet, men også praksisen min som lærer. Det blir interessant å teste analyseverktøyet videre, og over tid å kunne se en utvikling hos elevene.

#### 5.2 Bruk av utvidet FOF-struktur i utforskende undervisning

I læreplanens overordnede del blir det presentert at skolen skal både bidra til og legge til rette for at elever blir nysgjerrig, stiller spørsmål og utvikler både vitenskapelig og kritisk tenkning (Kunnskapsdepartementet, 2017). På bakgrunn av dette bygger likevel mye av undervisningen i Norge på at læreren har metodefrihet for å oppnå disse målene. Dette gjør at læreren selv må prøve ut og teste ulike didaktiske og pedagogiske metoder for å legge til rette for at elevene har mulighet til å utvikle de ferdighetene, kunnskapene og holdningene som dagens og framtidens hverdag krever av dem. Lærerne har dessuten en del retningslinjer gjennom blant annet

læreplanen i faget og andre forskrifter eller føringer. Elevene skal oppleve naturfaget som et praktisk og utforskende fag, og dette er fastsatt som ett av kjerneelementene i faget (Kunnskapsdepartementet, 2018). Elevene skal også gjøre seg erfaringer og se sammenhenger mellom det som lærers på skolen og de de opplever i samfunnet rundt dem. Dette gjør at opplæringen skal handle om både naturfag som fag, men også om allmendannede naturfaglige ideer og naturvitenskap. Derfor må de didaktiske metodene vi velger basere seg på denne ideen. Utforskende arbeidsmetoder kan være metoder som bidrar på å øke forståelsen til elevene av verden rundt dem (Fiskum & Korsanger, 2017). Med bakgrunn i disse ideene valgte jeg å teste ut hvordan analyseverktøyet kan brukes i en utforskende undervisningssituasjon i faget.

Teori og forskning viser at kritisk tenkning både er en viktig egenskap å arbeide med i skolen, men også i naturfaget (Vieira et al., 2011; Bailin et al., 1999; Facione, 1990; Ennis, 1987). Hvordan det derimot skal brukes er det ingen generell enighet om. Dette gjør at læreren må selv gjøre seg opp en forståelse om hvordan kritisk tenkning skal komme fram i faget. Utforskning derimot er oftere nevnt i kompetansemålene, og det ble derfor naturlig å teste ut hvordan en utforskende arbeidsmetode kan legge til rette for kritisk tenkning. National Science Education Standards (1996) hevder at kritisk tenkning er et av undermålene ved utforskning. Kritisk tenkning kommer blant annet fram i utforskning ved prosesser som handler om å vurdere sitt eget og andres arbeid, og det å se muligheter og begrensninger. Utforskning kan brukes i ulike former og aktiviteter, og Nisa et al. (2017) hevder at lærerstyrte utforskende aktiviteter kan bidra til utvikling av forståelse for vitenskapelige prosesser. Læreren fungerer ikke som en som overfører kunnskap, men som en hjelper der elevene blir oppfordret til å bygge sin egen kunnskap. På bakgrunn i dette testet jeg et undervisningsopplegg som baserte seg på en lærerstyrt utforskende aktivitet, der jeg kartlegger hvordan den kritiske tankeprosessen til elevene, kommer fram i det skriftlige arbeidet.

Det å skape motivasjon, interesse og mestring i faget er noe både jeg og andre (Fiskum & Korsanger, 2017) ser på som viktige faktorer for læring. Dette er noe jeg også opplevde under innsamlingen av datamaterialet til analysen av elevtekstene. Jeg ser at elevene både er motiverte og interesserte i faget, samt at flere opplever mestring. Selv om dette ikke var noe jeg analyserte i seg selv, er dette nyttig informasjon å ha med seg videre. I tillegg kan det å gi elevene eierskap til stoffet som læres og det arbeidet som gjøres, bidra til å skape motivasjon og mestring, samt å bygge den faglige forståelsen. Gjennom den utforskende aktiviteten som ble gjennomført i datainnsamlingen, fikk elevene mulighet til å trene på å kommunisere kunnskap gjennom det å beskrive og forklare et naturfaglig fenomen. Mange opplevde misoppfatninger, og de måtte

derfor utforske sine egne og andres forklaringer. Dette gjør at flere forhåpentligvis fikk mulighet til å utvide den kunnskapen de hadde fra før, og knytte kunnskap de har fra før til nye kontekster. Jeg opplever, både av egen erfaring som elev, men også som lærer, at engasjement ofte handler om det å være aktiv. Dette viser også andre studier (Harida, 2016; Freidel et al., 2008; Prayogi et al., 2017) gjort på utforskende aktiviteter, kritisk tenkning og elevengasjement. Dette er noe jeg ser på som vanskelig å vurdere i et skriftlig arbeid. Det gjør at jeg selv er kritisk til det smale datamaterialet for analysen. Det ville vært interessant og analysere lydopptak eller video under innsamlingen, da engasjementet jeg opplevde som lærer i timen, ikke blir representativt i denne oppgaven. Likevel kan det tenkes at de fleste elevene viser engasjement gjennom å fullføre oppgaven de ble tildelt, humør og spørsmål de stilte meg underveis. I tillegg ønsket elevene at jeg skulle gi dem den «riktige» faglige forklaringen, etter timen var ferdig. Det kan derfor tenkes at elevene var interessert og opplevde mestring, men dette blir vanskelig å vurdere i denne oppgaven.

### 5.2.1 Forutsi

Læring er knyttet tett opp til bruk av språket, det hevder i hvert fall ulike sosiokulturelle læringsteorier. Mennesket både tenker og lærer gjennom å formulere erfaringer gjennom bruk av språk (Kolstø, 2016). Språket henger også sammen med den situasjonen som språket blir brukt i og vil derfor variere i ulike sjangre, gjennom muntlig dialog og gjennom andre uttrykk. Gjennom bruk av en utvidet FOF-struktur under innsamlingen av datamaterialet i denne studien, fikk elevene mulighet til å uttrykke sine tanker gjennom både skriftlig arbeid, og diskusjon med medelever. Elevene fikk først presentert spørsmålet: *hvilken isbit smelter fortest, den i saltvann eller den i ferskvann?* Alle elevene fikk deretter utdelt samme oppgave, der de først skulle forutse hva de trodde kom til å skje, og skrive en begrunnelse på hvorfor de trodde den ene isbiten smeltet fortere enn den andre. Dette gir elevene mulighet til å kommunisere sine egne tanker og knytte problemet opp til ting de hadde lært tidligere. Dette bidrar ifølge Vygotsky (2001) til å organisere barnets tanker, noe som han videre hevder er en svært komplisert tankeprosess. Elevene bruker ulike forkunnskaper de har tilegnet seg gjennom både naturfaget, andre skolefag og hverdagsopplevelser, for å besvare denne oppgaven.

Elevene bruker ulike kunnskaper for å forklare det de tror skjer når vi gjennomfører eksperimentet. For å skape motivasjon og interesse kan det å aktivisere elevene gjennom bruk av nettopp bakgrunnskunnskaper, være et grep læreren kan gjøre. Fiskum og Korsanger (2017) presenterer dette gjennom engasjeringsfasen i 5E-modellen for utforskende arbeidsmetoder i naturfaget. Det å kunne aktivt bruke tidligere kunnskaper for å tilegne seg ny, mener Bailin et

al. (1999) er sentralt i arbeid med kritisk tenkning i faget. For å drive med kritisk tenkning må eleven ha kunnskaper om det som det skal arbeides med. Kritisk tenkning handler derfor om mer enn kognitive ferdigheter, men det skjer en opplæring i hvordan bruke kunnskap riktig. Videre hevder Bailin (2002) at først når elevene gir en respons på problemstillingen og spørsmålet ved bruk av grunnleggende kunnskap, at den kritiske tenkningen begynner.

Et annet aspekt med at elevene selv skal forutse hva de tror kommer til å skje, handler om å kartlegge elevenes personlige oppfatninger. Kolstø (2016) hevder at alle vil ha mulighet til å delta da det er nettopp den personlige oppfatningen som er sentral i denne delen av aktiviteten. Noen av forutsigelsene ble tatt opp i plenum og diskutert, og da opplevde elevene at de hadde både ulike forklaringer, men ulike forutsigelser på hva som kom til å skje. Dette skapte videre engasjement for å finne ut hvem det var som «hadde riktig svar». Elevene brukte ulike forklaringer og bakgrunnskunnskaper for å forklare hvorfor de trodde den ene isbiten skulle smelte fortere enn den andre. Noen elever knyttet forutsigelsene sine opp mot opplevelser de har hatt med snø og salt tidligere, der saltet har gjort snø kaldere og de har derfor kunnet lage softis av en fløteblanding. De trodde derfor at isbiten i ferskvannet kom til å smelte fortest, se eksempler på elevutsagn fra elev 18 og elev 25, presentert i Tabell 10.

Flere andre elever knyttet problemet opp mot kunnskap de har om salting av veier om vinteren, og dermed at isbiten i saltvannet kom til å smelte fortest. Dette er interessant nettopp fordi de bruker bakgrunnskunnskaper som de har tilegnet seg gjennom hverdagslige opplevelser for å svare på et naturfaglig spørsmål. Kolstø (2016) hevder at naturvitenskap ofte handler om at man har en klar tanke om hva man tror skal skje, og at denne tanken blir styrket eller svekket av observasjoner. Elevene som opplevde at forutsigelsen ble svekket av de observasjonene de hadde, måtte derfor komme med en ny og mer presis faglig forklaring på fenomenet. Disse elevene måtte derfor finne nye forklaringer på spørsmålet.

### 5.2.2 Observer

Kritisk tenkning er en sentral og grunnleggende egenskap i det moderne livet, og handler blant annet om å skape mening i verden (Vieira et al., 2011). Videre hevder de at å delta aktivt er viktig for å kunne forstå egne og andres tanker. Bailin (2002) hevder at det må være kvalitet i den kritiske tenkningen, og at kvaliteten er med å avgjøre utfallet. Kvaliteten av den kritiske tenkningen blir styrket av bevis, og handler om å ha kontroll på ulike variabler, presisjon i datainnsamling i tillegg til kredibilitet og validitet i utforskningen. For å styrke eller svekke en hypotese må elevene samle inn observasjoner eller data som kan brukes som bevis. De observasjonene som elevene samlet inn dannet grunnlaget for både forklaringen og diskusjonen

i etterkant. Kolstø (2018) hevder denne diskusjonen er viktig, nettopp fordi elevene kan ha observert ulike ting. For å sikre kvalitet i tenkningen får elevene i oppgave å beskrive alt de klarer å bruke sansene til å oppfatte.

Mye av læring i naturfaget handler om å knytte observasjoner sammen med naturfaglige begreper og ideer (Kolstø, 2016). Vygotsky hevder det er gjennom bruk av språket og symboler i faget, elevene er i stand til å identifisere observasjoner (Vygotsky, 1980). Det å sette ord på hva elevene observerte, opplever jeg at mange elever får til. Skrivning i naturfaget er ifølge Bjørkvold (2020) viktig for å kunne systematisere informasjon, og det er derfor elevene får i oppgave å skrive ned all informasjon de tilegner seg i observasjonen. Oppgaven de fikk utdelt var formulert som «*Hva observerer du? Bruk alle sansene dine og prøv å være så nøyaktig i beskrivelsene dine som mulig*».

Mestad og Kolstø (2014) opplever at mange elever har en forventning for observasjonene, og at det dermed er viktig at observasjonen står til disse forventningene. Det er derfor gjort klart på forhånd at vannet i glassene hadde lik temperatur, og at det var like mye salt hos alle gruppene. Det var likevel noen av elevene som var kritiske til de observasjonene de gjorde. Elevene kunne egentlig stole på sine resultat, men noen kommenterte likevel mulige feilkilder ved gjennomføringen. Dette gjorde elevene muntlig, noe som gjør at disse utsagnene ikke har blitt vurdert i analysen. Likevel er disse interessante i arbeid med kritisk tenkning, og viser derfor at bruk av analyseverktøyet bør også testes på annet type arbeid i faget enn det som er testet i denne oppgaven. Elevene som kommer med disse utsagnene er de som opplevde at forutsigelsene deres ikke stemte med observasjonene, og dette kan bety at de prøver å argumentere på hvorfor dette skjedde.

*«Det kan ha vært mer vann i det ene glasset»*

*«Vi er ikke helt sikre på at det var lik temperatur i begge»*

Dette er eksempler på utsagn som elevene hadde muntlig under gjennomføringen av elevøvelsen, som jeg skrev ned, men som ikke har blitt analysert i denne oppgaven. Dette er en av grunnene til at jeg vurderer det som interessant å prøve ut analyseverktøyet på muntlige elevbesvarelser i tillegg til denne skriftlige utprøvingen. Jeg vil derfor bruke dette som et utgangspunkt for å utvikle både verktøyet videre, men også for å teste verktøyet i andre undervisningssammenhenger og med andre undervisningsmetoder.

### 5.2.3 Forklaring

Det å kunne skrive i naturfaget blir av Knain (2012) beskrevet som essensielt i både naturfaget og i naturvitenskapen. Spesielt er skriving viktig for å få en oversikt og for å formidle kunnskap. Skriving har derfor som formål å både informere og overtale et publikum, i tillegg til å bidra til forståelse og konstruksjon av kunnskap. Rowell (1997) konkluderer likevel i sin studie, at elever har problemer med å forklare observasjoner med naturfaglige forklaringer. Målet med forklaringen er at elevene skal vurdere de ulike hypotesene, i hvilke som ble støttet av observasjonene, og hvilke som ble svekket (Kolstø, 2016). Dette gjør at elevene som hadde forutsett feil, måtte gjøre om på sine forklaringer og prøve å forklare noe de i utgangspunktet trodde var feil. Likevel skal både elevene som har forutsett riktig, og dem som forutsa feil ha en mulighet til å resonnerer over sin hypotese, og komme med en forklaring på det naturfaglige fenomenet.

En forklaring handler om å trekke linjer mellom naturfaglige begreper og ideer, sammen med de observasjonene som gjøres. Elevene får derfor i denne delen av undervisningen mulighet til å utforske sine egne hypoteser og styrke sine forklaringer basert på de observasjonene som ble gjort i forrige steg. Denne sjangeren innenfor naturvitenskapelige tenkemåter handler om å prøve å forstå fenomenet på en naturvitenskapelig måte. Forklaringssjangeren har videre et mål som handler om at leseren skal forstå et fenomen eller en teori (Mestad & Kolstø, 2014). Fordi kritisk tenkning handler om både kunnskaper, ferdigheter, holdninger og kriterier er det derfor rom for kritisk tenkning i arbeid med forklaringer knyttet til både utforskende aktiviteter og annet type arbeid i faget. I forklaringene til elevene opplever jeg at flere klarer å knytte observasjoner til en naturfaglig idé, se resultat i Tabell 6 og elev 4. Det er likevel flere som sliter med å produsere en forklaring på fenomenet. I Mestad og Kolstad (2014) sin studie basert på forklaringer hos elever, så fikk de til resultat at elevene i større grad ønsker å skrive framgangsmåter. Dette opplever jeg ikke i denne innsamlingen, der elevene stort sett formulerer og begrunner sine tolkninger av observasjonene.

Skriveoppgaver som elever får i skolesammenheng, krever ofte lite refleksjon hevder Mork og Erlie (2017). Resultatene i denne oppgaver viser at flere elever reflekterer lite når de forklarer naturfaglige fenomen og ideer, men det finnes også flere som gjør det. Spesielt viser elevene som evner å bruke observasjoner, men som også støtter seg på medelever klarer å produsere forklaringer som både reflekterer og argumenterer rundt og for sine påstander og tanker. Dette kan derfor tolkes at det å legge opp til både skriftlig arbeid, sammen med muntlige diskusjoner, kan legge til rette for at flere elever reflekterer og argumenterer i faget.



#### 5.1.4. Utforskende samtale

UNESCO (2019) definerer kritisk tenkning som en kompetanse til å stille spørsmål om praksiser, normer og meninger. I tillegg har et kritisk tenkende individ mulighet til å reflektere over egne verdier, syn, ideer og handlinger. Ferguson og Krangle (2020) har gjennom sitt arbeid med kritisk tenkning funnet ut at elevene må få mulighet til å stille spørsmål som de får støtte til medelever og lærer. Dette kan bidra til å utvikle en høyere kognitiv utvikling av både kritisk tenkning og argumentasjon. Grunnleggende pedagogiske tenkemåter baserer seg på sosiale aspekt med læring. Piaget (1952) hevder det er nødvendig å kommunisere med andre for å utvikle og teste ideer baser på virkeligheten. Vygotsky (1980) mener bruken av språket og evnen til å kommunisere sine tanker og ideer er sentralt i alle fasene av læring, og at det derfor også er sentralt i både praktisk arbeid og i utforskende arbeid.

Det å kommunisere forklaringer, argument og bevis blir av flere sett på som sentrale egenskaper både i naturfaglige praksiser og i skolen når elever skal lære naturfag. Mercer (2019) hevder gjennom sitt arbeid med ulike samtaletyper, at dialog kan være en sentral del av elevs utvikling av kritisk tenkning. Gjennom en utforskende dialog kan elevene kritisk og konstruktivt vurdere egne og andres ideer, komme med ulike argument og begrunnelser. De får også en mulighet til å være aktive, både som lyttere og som deltakere, der målet handler om å utvikle en felles enighet rundt et spørsmål eller et problem. Det er denne ideen som begrunner utvidelsen av den tradisjonelle FOF-strukturen som jeg baserte innsamlingen min på. Jeg har som mål at elevene skal få mulighet til å presentere sine forklaringer for hverandre, og gjennom en dialog utvikle en felles forklaring på det naturfaglige fenomenet. Denne dialogen ville vært interessant å ha tatt opp på lydopptak, da jeg ser at flere innspill som kom muntlig, ikke ble tatt med i det skriftlige arbeidet til elevene. Likevel opplever jeg at flere av elevene dro nytte av diskusjonen, og jeg ser en utvikling på forklaringene til flere av elevene.

Elevene fikk i felleskap og i samkonstruksjon, mulighet til å konstruere en faglig forklaring som viser kunnskaper om det naturfaglige fenomenet. Tabell 9 viser til elev 3 sin endring i forklaring etter diskusjon av andre. Eleven viser i sin første forklaring, som er basert på sin observasjon at glasset med saltvannet kjentes kaldere ut enn det med ferskvann. Videre prøver eleven å forklare dette med en naturfaglig idé om at det må være saltet som gjør vannet kaldere. I sin andre forklaring legger eleven til at saltet legger seg på bunnen, og det er vannet fra isbiten som legger seg på toppen av glasset. Dette vannet er naturligvis kaldere, fordi det nettopp har vært is. Eleven skriver at dette må bety at saltvannet er tyngre enn ferskvann. Eleven har altså

en endring i sin forklaring fra en naturfaglig idé, til en naturfaglig forklaring, basert på innspill fra sine medelever.

### 5.3 Argumentasjon i kritisk tenkning

På lik linje som kritisk tenkning, har også argumentasjon blitt framstilt som et upresist og ufullstendig begrep i faglitteraturen. Argumentasjon er en av de vanskeligste fagdiskursene å lære vekk, på grunn av at argumentasjon er veldig komplekst (Kneupper, 1978). Osborne et al. (2004) knytter kritisk tenkning og argumentasjon sammen gjennom de prosessene som handler om å skape mening om verden rundt seg. Derfor blir det naturlig å diskutere bruken av argumentasjon i kritisk tenkning, også i denne oppgaven. Vieira et al. (2011) hevder at kritisk tenkning er nødvendig for å vurdere både egne og andres argument, noe som er viktig for deltakelse i et demokratisk samfunn, i tillegg til å bidra til beskyttelse for manipulasjoner og uriktig informasjon. Både i Stortingsmelding 28 (Meld.St.28, 2015-2016) og i Fagfornyelsen (Utdanningsdirektoratet, 2020) blir kritisk tenkning og argumentasjon trukket fram i de samme delene av naturfaget. Argumentasjon blir derfor en sentral kompetanse hos elever som tenker og arbeider kritisk. I tillegg blir argumentasjon eller deler av argumentasjon, som evnen til å vurdere og drøfte, oftere brukt i kompetansemålene for naturfaget, enn begrepet kritisk tenkning. Jeg finner det også naturlig å vurdere, da flere kjennetegn på kritisk tenkning handler om evne til å argumentere. Gjennom arbeid med litteraturen, utvikling av analyseverktøyet og analysen av elevtekstene, ser jeg at argumentasjon er sentralt i arbeid med kritisk tenkning, og kan også finnes og vurderes i elevarbeid av skriftlig karakter.

I flere av studiene som har blitt presentert i denne oppgaven, har argumentasjon eller deler av argumentasjon blitt presentert som sentralt i arbeid med kritisk tenkning i naturfaget. Dette betyr at å argumentere, kommer fram i ulike deler av den kritiske tankeprosessen. Jeg har i denne oppgaven valgt å ta utgangspunkt i Toulmin (2003) sitt arbeid med argumentasjon og kjennetegn på argument, når jeg vurderer hvordan elevene bruker argumentasjon når de tenker kritisk. Argumentasjon handler om ulike deler, og derfor kan modellen til Toulmin også brukes til å vurdere kvalitet både i prosessen, bruk av de ulike elementene i argumentasjon, kvaliteten i elementene og til å vurdere sluttproduktet. Ennis (1987) hevder kritisk tenkning inneholder ulike holdninger som er viktige i arbeid med kritisk tenkning, og nevner derfor «søken etter begrunnelser». Bruk av begrunnelser nevner Toulmin (2003) som en del av argumentasjon. Facione (1990) kategoriserer ekspertgruppen ulike ferdigheter og underferdigheter som er sentrale i arbeid med kritisk tenkning i naturfaget. Noen av disse handler om å identifisere og vurdere argument. I tillegg blir «å forklare» presentert som en ferdighet som kjennetegner

kritisk tenkning, der å presentere argument, beskrive resultat og å rettferdiggjøre prosessen, er underferdigheter.

I mitt analyseverktøy kommer argumentasjon fram der er det relevant å vurdere argument som en ferdighet, kunnskap og som et kriterium. Der både det å identifisere argument (F1) og evnen til å strukturere argument (F4) kommer fram. I denne oppgaven og i mitt datamateriale så er det F4 som tar utgangspunkt i Toulmin (2003) sitt verktøy. Evnen til å identifisere argument kommer ikke fram i denne oppgaven, og blir derfor ikke vurdert. Det er mulig dette skjer i den muntlige diskusjonen i klasserommet, men det er ikke en del av datamaterialet som vurderes. Det vil også være relevant å ha med i andre deler av naturfagundervisningen, som i større grad handler om å vurdere andres argument, eller i arbeid som fokuserer spesifikt på argumentasjon. Argumentasjon kommer også fram i kategorien om kunnskaper, der KU3 handler om å bruke ny kunnskap til å forklare, argumentere og konkludere. Til slutt bruker Vieira et al. (2002) deler av argumentasjon som kriterier for så styrke kvalitet i den kritiske tenkningen. Dette kommer fram i kategorien som jeg har kalt KR3 som handler om å underbygge sine slutninger.

Jeg har som sagt basert mine vurderinger av argument på Toulmin (2003) sitt verktøy om argumentasjon. Hans modell er utviklet for å bistå lærere i arbeid med argumentasjon i naturfaget. Han hevder at et argument inneholder ulike deler, og disse delene styrker kvaliteten i argumentet. Et argument inneholder derfor både *en claim, en warrant, backings og rebuttals*, (se Tabell 1 for oversettelse). Disse ulike delene er med å styrke eller svekke kvaliteten av argumentet og danner forbindelse mellom hverandre. De fleste argumentene som elevene produserer i det datamaterialet jeg har, kommer i «forutsi» eller i «forklar». Dette betyr at i forutsidelen så baserer elevene sine argument på bakgrunnskunnskaper eller andre naturfaglige tanker og ideer, men de er ikke basert på data eller informasjon de tilegner seg underveis. I forklaringsdelen bruker flere av elevene observasjoner og data for å styrke argumentasjonen sin. Tabell 7 viser til to eksempler der elev 16 bruker sine observasjoner for å forklare sin idé. Elev 21 derimot viser en utvikling fra sin forutsi, der eleven bruker tidligere kunnskap til å forklare, mens i forklar bruker eleven ny kunnskap og derfor aktivt underbygger sin slutning for å styrke kvaliteten på argumentasjonen sin.

#### 5.4 Handlingskompetanse

I Opplæringsloven (1998) står det nedfelt at ett av de grunnleggende målene med opplæringen i Norge skal handle om å forberede elevene på et liv etter skolen. Opplæringen skal åpne både dører mot framtiden, men også mot verden i sin helhet. Hvilke kompetanser som trengs i framtiden, er både usikkert og uforutsigbart. Likevel har OECD (2019) kommet med et utvalg

av ferdigheter som de hevder, elevene i det 21. århundre må tilegne seg. En av disse handler om troen på at man har ferdigheter og evne til å påvirke både sitt eget liv, og verden rundt. Mange framstillinger av kritisk tenkning handler om psykologiske aspekt med tenkning (Børresen, 2021). Børresen (2021) hevder kritisk tenkning kommer fram gjennom å løse problemer og gjennom en respekt og omsorg for andre. Dermed er det nødvendig at de nye læreplanene prioriterer kritisk tenkning, nettopp fordi samfunnet har behov for barn og unge som reflekterer og som bryr seg om seg selv og verden rundt seg. Hvis Scientific Literacy skal være for alle, slik som Vieira et al. (2011) ønsker, må det arbeides med de prosessene som bygger grunnlaget for personlige beslutninger, deltakelse i samfunnet og i andre kulturelle aktiviteter.

Motivasjon og mestring i faget kommer fram gjennom en aktivisering av elevene. Dette er viktige faktorer for at elevene skal få det læringsutbytte de har krav på, hevder Fiskum og Korsanger (2017). Videre gir dette elevene en mulighet til å arbeide med å utvikle kunnskaper, ferdigheter og holdninger som er viktige i arbeid med kritisk tenkning, men også for identitetsskapende utvikling. Hvis elever skal utvikle ferdigheter og evner til å påvirke både sitt eget liv og verden rundt, må de få tro på at de kan gjøre det. OECD (2019) kaller denne prosessen for student agency, og dette handler om at elevene selv skal sette seg mål, reflekterer og handle ansvarlig for å oppnå endringer. Gjennom arbeid, både individuelt, og i samspill med andre, skal dette bidra til en følelse av tilhørighet, men også en følelse av ansvarlighet. Et av målene med kritisk tenkning handler om demokrati og samfunnsutvikling, men også om den personlige utviklingen til det enkelte tenkende individet. Det kan derfor tenkes at elevene som kommer med utsagn som kan vise til en handlingskompetanse, har en ansvarsfølelse ovenfor seg selv og andre.

Kvaliteten av kritisk tenkning er avgjørende for utfallet hevder Bailin (2002). Hvilket utfall man ønsker er derimot vanskelig å diskutere, og det blir også vanskelig å diskutere i denne oppgaven. Resultatene viser at det kritisk tenkende individ bruker intellektuelle ressurser som handler om kunnskaper, viser til ferdigheter, har kontroll på kriterier og til slutt innehar noen holdninger som påvirker utfallet. Gjennom arbeid med denne studien har jeg gjort noen funn som jeg vurderer som et *resultat* av kritisk tenkning. Disse funnene passer ikke med noen av de kategoriene eller underkategoriene som er presentert i analyseverktøyet, men som jeg likevel ser på som veldig interessante. Vieira et al. (2011) hevder at bevisst kritisk tenkning utvikler ulike kompetanser. En kompetanse kan derimot bare realiseres gjennom handling, og at man evner å bruke kunnskaper og ferdigheter riktig. Dette passer med OECD (2019) sine tanker om

at student agency er viktig i framtidens skole. Det er likevel ikke presentert som et kjennetegn på kritisk tenkning i de ulike modellene som er brukt i denne oppgaven. Dette er funn som jeg subjektivt mener er relevant å ha med videre i arbeid med mitt analyseverktøy. Jeg ser at når elevene får i oppgave å kommentere konsekvenser av issmelting på land, er det noen elever som viser noe mer i sine besvarelser.

Noen eksempler der elevene viser en handlingskompetanse eller en form for å ta standpunkt, som ikke passer inn i mitt analyseverktøy for kritisk tenkning:

*«Issmelting kan ødelegge masse hjem til andre folk, så har de ikke noen steder og bo, og hvis vi ikke tar tak i det NO så kan dette skje»*

*«Vi kan ikke bare tenke på oss selv, selv om det er jo det de fleste tenker på, vi må tenke på hvordan det går med alle dyrene og andre»*

*«Vi har en sjanse på å prøve å redde jorden»*

*«Jeg vil ikke at dette skal skje og jeg tror ikke at andre vil det heller»*

Selv om kritisk tenkning handler om å beskrive, forklare og forstå ulike naturvitenskapelige fenomen, handler mange av de utfordringene og krisene vi har i verden om nettopp naturvitenskapelige spørsmål og problem. Vi ønsker at elevene skal utvikle disse kunnskapene, holdningene og ferdighetene slik at de ikke bare mestrer sitt eget liv, men også kan bidra til arbeid og fellesskap i samfunnet. Samfunnet er preget av naturvitenskapelige utfordringer som påvirker oss både lokalt og globalt. Klimaendringer, pandemier og andre konflikter preger verdensbildet, og dette påvirker måten vi lever på. Vi lever i et samfunn som er i konstant endring, og i et samfunn der det er et behov for demokratisk deltakelse. Vi trenger derfor elever som viser til handlingskompetanse, basert på en kritisk vurdering og refleksjon, for å møte samfunnet som er i endring. Dagens ungdom blir møtt med falske nyheter, alternative fakta og uklare grenser mellom hva som er informativt og hva som er kommersielt. Denne hverdagen gjør at elevene må ha en kritisk tilnærming til kunnskap, og de må derfor lære å vurdere den slik at de i enda større grad er i stand til å både tenke og handle kritisk.

Ennis (1996) hevder at holdninger innenfor kritisk tenkning er vanskelig å oppfatte, at det må skje noe for at man kan vise en gitt holdning. Derfor vurderer jeg det videre at handlingskompetanse muligens bør vurderes under denne kategorien i framtiden. Det kan være mulig å vurdere en holdning ut ifra hvilken handlingskompetanse eleven viser. For hva skal man med kritisk tenkning, hvis man ikke handler basert på den tenkningen som er utført? Veum

og Skovholt (2020) hevder at det er akkurat dette som skiller mennesker fra dyrene. Mennesker er handlende aktører, samtidig som vi kan kritisk reflektere over de handlingene vi utfører. Jeg ser derfor på dette som svært sentralt og noe jeg kommer til å ta med meg videre i arbeid med kritisk tenkning i mitt klasserom. Vi ønsker å bidra til at elevene ikke bare tenker kritisk og utvikler teknikker for kritisk tenkning, men også utvikler en tro på at den handlingen de utfører, kan gjøre en forskjell. Dette kan videre bidra til aktive samfunnsborgere som har tro på at de evner å bidra til utvikling, både i sitt eget liv, og i verden rundt seg. Samtidig så legger oppgaven kanskje opp til at noen elever ser på dette som naturlig, og det blir derfor vanskelig å konkludere om det er oppgaven eller elevene som legger opp til handlingskompetanse. Derfor må dette testes videre, i andre oppgaver og ved andre spørsmål.

## 6.0 Avsluttende kommentarer

Både diskusjonene i denne oppgaven og tidligere teori, peker begge på at kritisk tenkning i naturfag skal både forberede elevene på naturfaget, men også forberede dem i møte med naturvitenskapelige og sosiovitenskapelige spørsmål og problemstillinger. Dette betyr at naturfaget skal legge til rette for å utvikle elevers kompetanse innenfor kritisk tenkning, men også motivasjon for å drive med kritisk tenkning både i fag, og i hverdagen. Forskningen gjort i denne oppgaven, sammen med tidligere teori, peker på at målet med en naturfaglig allmenndannelse og kritisk tenkning er tett knyttet opp mot hverandre. Dette betyr at elever i den norske skolen skal evne å handle med etisk bevissthet med bakgrunn i naturvitenskapelige problemstillinger og kunnskaper. Videre skal elevene bruke kunnskapene om hvordan naturvitenskapelig informasjon produseres, og derfor ta gode avgjørelser basert på denne informasjonen. Arbeid med kritisk tenkning kan derfor bidra til at elevene blir mer bevisst på den naturvitenskapelige prosessen, og kan derfor handle for å ta gode avgjørelser i livet.

Med bakgrunn i kritisk analyse av tidligere forskning, har ulike kjennetegn på kritisk tenkning blitt kategorisert i ulike underkategorier innenfor fire hovedområder. Disse fire handler om kjennetegn på elevers holdninger, ferdigheter, kunnskaper og kriterier. Forskning på kritisk tenkning i naturfag er i stadig utvikling. Dette betyr at disse kategoriene er per i dag et utgangspunkt for videre arbeid med analyseverktøyet. Resultatene viser at det finnes elevutsagn som går igjen i ulike kategorier, og noen som ikke passer inn i det hele tatt. Dette betyr at ulike kjennetegn på kritisk tenkning vil komme fram i ulike deler av naturfagundervisningen, og det blir derfor nødvendig å teste ut analyseverktøyet ytterligere. Likevel viser resultatene i denne oppgaven at det å ha dette analyseverktøyet som støtte, kan være nyttig i yrket. Ikke bare for å

ha kunnskap om hva forskning anser som kjennetegn på kritisk tenkning i faget, men også for å kartlegge elevers evner, og dermed gi konkrete tilbakemeldinger til elevene.

Problemstillingen i denne oppgaven handler i all hovedsak om å bygge bro mellom hva forskning anser som kjennetegn på kritisk tenkning, og hvordan jeg som lærer kan arbeide med dette i faget. Forskning viser at kritisk tenkning i naturfag kan deles inn i ulike kategorier, basert på elevers holdninger, ferdigheter, kunnskaper og kriterier. Dette viser til bredden og kompleksiteten rundt hva som ansees som kritiske tankeprosesser. Dette betyr også at det å arbeide med å utvikle egenskaper innenfor kritisk tenkning, ikke er så avansert som jeg først antok. Kritisk tenkning blir ikke nevnt mer enn en gang i kompetansemålene i faget etter 7. trinn og 10. trinn, og jeg stod uten en klar plan på hvordan arbeide med en kompetanse, som ansees som en av de viktigste egenskapene for framtiden. Denne masteroppgaven har gjort den jobben enklere.

Resultatene og diskusjonene i oppgaven viser at skriftlig arbeid, i en relativt enkel elevaktivitet, kan legge til rette for at elevene får mulighet til å arbeide med kritisk tenkning. Dette betyr at læreren ikke trenger «å finne opp kruttet på nytt», når det gjelder didaktiske arbeidsmetoder i faget, hvis målet er å arbeide med kritisk tenkning. Aktiviteten presentert i denne oppgaven, legger til rette for at elevene får mulighet til å vise sine evner innenfor flere ulike kjennetegn på kritiske tankeprosesser. Forskning viser også at kritisk tenkning og utforskende arbeid står hverandre nær, og utforskende arbeidsmetoder kan bidra til økt forståelse av naturfag som allmenndannende fag. Utforskning er nevnt i kompetansemålene i faget, i tillegg til at elevene skal oppleve naturfag som et praktisk og utforskende fag, og det blir derfor naturlig å bruke utforskende arbeid som bakgrunn for kritisk tenkning. Analyseverktøyet vil også måtte prøves ut i ulike situasjoner og på den måten bli dynamisk for videre utvikling. Dette gjør at det er sannsynlig at analyseverktøyet aldri vil bli helt ferdig, men åpen for nye ideer og nye kjennetegn.

Argumentasjon har på lik linje som kritisk tenkning også blitt framstilt upresist, men forskning knytter argumentasjon og kritisk tenkning sammen gjennom prosesser som handler om å skape mening. Kritisk tenkning kreves for å bygge og strukturere egne argument, men lignende prosesser kreves også for å vurdere andres argument. Argumentasjon blir derfor en sentral kompetanse hos individer som skal tenke kritisk. Både analysen og arbeidet med litteratur viser også at argumentasjon er sentralt i arbeid med kritisk tenkning, og kan vurderes også i skriftlig arbeid i faget. Det å utvikle elevenes evne til å argumentere for sine påstander, kan videre bidra til å styrke elevenes kritiske tenkning og selve kvaliteten i både arbeidet og tenkningen.

Som nevnt tidligere er forskning på kritiske tankeprosesser aktuelt for å kartlegge viktige egenskaper og kompetanser for framtiden. Resultatene i denne oppgaven viser at det finnes utsagn som kan knyttes til elevers evne eller lyst til å handle, og vi ønsker elever som evner og tørr å gjøre en forskjell i verden. Dette betyr at handlingskompetanse knyttet opp til kritisk tenkning, er noe som bør forskes videre på. Det er dog vanskelig å ha en konkret plan på hvordan handlingskompetanse kan inngå i verktøyet. Handling vises både med og uten kritisk tenkning, og jeg må derfor finne kjennetegn på at en handling har grunnlag i kritisk tenkning. Dette betyr at det kreves mer arbeid med denne delen av kritisk tenkning, både av meg personlig, men kanskje også noen andre som kan hjelpe meg på veien.

Som snart ferdig utdannet lærer har arbeid med masteroppgaven åpnet dører for både teori og forskning om kritisk tenking, men også hvordan jeg kan bruke denne kunnskapen i min framtidige undervisning. Mitt framtidige kollegium kan dra nytte av min dypere forståelse av hvordan finne fram til nyere forskning på undervisning, men også hvordan lese og tolke denne. Dette gjør at jeg kan bidra til utvikling av meg som profesjonsutøver, men også bidra til utvikling av skolen som en helhetlig organisasjon. Arbeidet med denne oppgaven har gitt meg et konkret verktøy som kan brukes som utgangspunkt for kartlegging av elevers evner innenfor ulike kritiske tankeprosesser. Målet var aldri å vurdere elevenes evner opp mot en karakterskala, men å kartlegge hvordan elevene kan arbeide med kjennetegn på kritisk tenkning i helt vanlige undervisningssituasjoner i faget. Dette gjør at jeg kan gi den enkelte eleven konstruktive og formative tilbakemeldinger, som støtter seg på både læreplanen og tidligere forskning på kritisk tenkning.



## 7.0 Litteraturliste:

- Asdal, K. & Reinertsen, H. (2020). *Hvordan gjøre dokumentanalyse : en praksisorientert metode* (1. utg.). Cappelen Damm akademisk.
- Bailin, S. (2002). Critical Thinking and Science Education. *Science & education*, 11(4), 361-375. <https://doi.org/10.1023/A:1016042608621>
- Bailin, S. & Battersby, M. (2015). Fostering the Virtues of Inquiry. *Topoi*, 35(2), 367-374. <https://doi.org/10.1007/s11245-015-9307-6>
- Bailin, S., Case, R., Coombs, J. R. & Daniels, L. B. (1999). Conceptualizing critical thinking. *Journal of Curriculum Studies*, 31(3), 285-302. <https://doi.org/10.1080/002202799183133>
- Bjørkvold, T. (2020). Arbeidstekster i utforskende arbeidsmetoder. *Nordina : Nordic studies in science education*, 16(1), 67-83. <https://doi.org/10.5617/nordina.6703>
- Burbules, C. N. & Berk, R. (1999). Critical Thinking and Critical Pedagogy: Relations, Differences, and Limits. I P. Fendler (Red.), *Critical Theories in Education*
- Bø, A. & Hovdenak, S. S. (2011). Elever som verdensborgere. *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 95(3), 216-227.
- Børresen, B. (2021). Kritisk om kritisk tenkning. *Bedre skole*, 2/2020. <https://utdanningsforskning.no/artikler/2021/kritisk-om-kritisk-tenkning/>
- Dale, E. L. (2001). *Om utdanning : klassiske tekster*. Gyldendal akademisk.
- Dewey, J. (2001). Erfaring og tenking. I *Om utdanning. Klassiske tekster* (s. 53-66). Gyldendal Norsk Forlag.
- Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. I *Teaching thinking skills: Theory and practice*. (s. 9-26) (Series of books in psychology.). W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.
- Ennis, R. H. (1996). Critical Thinking Dispositions: Their Nature and Assessability. *Informal Logic*, 18(2). <https://doi.org/10.22329/il.v18i2.2378>
- Erduran, S. & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). Argumentation in Science Education: An Overview. I *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research* (1. utg. utg.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2>
- Erduran, S., Simon, S. & Osborne, J. (2004). TAPing into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science education (Salem, Mass.)*, 88(6), 915-933.

- Facione, P. A. (1990). Critical Thinking: A statement of experts concensus for purposes of educational assessment and instructions. *Reasearch Findings and Recommendations* <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED315423.pdf>
- Facione, P. A. (2000). The Disposition Toward Critical Thinking: Its Character, Measurement, and Relationship to Critical Thinking Skill. *Informal Logic*, 20(1), 61. <https://doi.org/10.22329/il.v20i1.2254>
- Ferguson, L. E. & Krange, I. (2020). Hvordan fremme kritisk tenkning i grunnskolen? *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 104(2), 194-205. <https://doi.org/10.18261/issn.1504-2987-2020-02-09> ER
- Fiskum, K. & Korsanger, M. (2017). 5E-modellen i utforskende undervisning. *Naturfagssenteret*. <https://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=2049135>
- Ford, M. J. (2008). Disciplinary authority and accountability in scientific practice and learning. *Science Education* 92(3), 404-423. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.20263>
- Freidel, C., Irani, T., Rudd, R., Gallo, M. & Ricketts, J. (2008). Overtly Teaching Critical Thinking and Inquiry-Based Learning: A Comparison of Two Undergraduate Biotechnology Classes. *Journal of Agricultural Education*, 49(1), 72-84.
- Frøyland, M., Braathen, A. & Kolstøl, K. B. (2018). Elever på vei mot forståelse - hvordan kan det se ut? I *Natur* (s. 86-89). Naturfagssenteret
- Grønmo, S. (2016). *Samfunnsvitenskapelige metoder* (2. utg.). Fagbokforl.
- Hairida, H. (2016). The effectiveness using inquiry based natural science module with authentic assessment to improve the critical thinking and inquiry skills of junior high school students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 209-215. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.7681>
- Halvorsen, K. (2008). *Å forske på samfunnet : en innføring i samfunnsvitenskapelig metode* (5. utg.). Cappelen akademisk forl.
- Hovdenak, S. S. & Heldal, J. (2015). *Hva skjer med skolen? : en kunnskapssosiologisk analyse av norsk utdanningspolitikk fra 1990-tallet og frem til i dag*. Fagbokforl.
- Hummelvoll, J. K. (2010). Praksisnær forskningsetikk. I A. Lydberg (Red.), *Etiske utfordringer i praksisnær forskning* (s. 17-32). Gyldendal akademisk.
- Høgheim, S. (2020). *Masteroppgaven i GLU* (1. . utg.). Fagbokforlaget.
- Knain, E. (2012). Skrivning i naturfag: mellom tekst og natur. *Nordina : Nordic studies in science education*, 1(1), 70-80. <https://doi.org/10.5617/nordina.467>

- Kneupper, C. W. (1978). Teaching Argument: An Introduction to the Toulmin Model. *College composition and communication*, 29(3), 237-241.  
<https://doi.org/10.2307/356935>
- Kolstø, S. D. (2016). Metoder som fremmer deltakelse i utforskende samtaler *IErfaringsbasert læring* (s. 141-169). Fagbokforlaget
- Kolstø, S. D. (2018). Use of dialogue to scaffold students' inquiry-based learning. *Nordina : Nordic studies in science education*, 14(2), 154-169.  
<https://doi.org/10.5617/nordina.6164>
- Krumsvik, R., J. (2019). Kvalitative metoder i lærerutdanninga. I R. Krumsvik, J. (Red.), *Kvalitativ metode i lærerutdanninga* (s. 151-190). Fagbokforlaget.
- Krumsvik, R., J. & Jones, L., Ø. (2019). Kva er kvalitativ forskning i lærerutdanninga? I *Kvalitativ forskning i lærerutdanninga*. Fagbokforlaget
- Kunnskapsdepartementet. (2017). Verdier og prinsipper for grunnpoplæringen - overordnet del av læreplanverket. Fastsatt som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/verdier-og-prinsipper-for-grunnpoplaringen/id2570003/>
- Kunnskapsdepartementet. (2018). Kjerneelementer i fag. Fastsatt som føringer for utforming av læreplaner for fag til LK20 og LK20S. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.regjeringen.no/contentassets/3d659278ae55449f9d8373fff5de4f65/kjerneelementer-i-fag-for-utforming-av-lareplaner-for-fag-i-lk20-og-lk20s-fastsatt-av-kd.pdf>.
- Kunnskapsdepartementet. (2019). *Kompetansemål og vurdering (NAT01-04)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/kompetansemaal-og-vurdering/kv78?lang=nob>
- Meld.St.28. (2015-2016). *Fag-Fordypning-Forståelse-En fornyelse av Kunnskapsløftet*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-28-20152016/id2483955/?ch=1>
- Mercer, N. (2019). *Language and the Joint Creation of Knowledge: The Selected Works of Neil Mercer* (1. utg.). Milton: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429400759>
- Mestad, I., Knain, E. & Kolstø, S. D. (2019). Utvikle faglig innsikt gjennom snakk, skriving og visuelle uttrykk. I E. Knain & S. D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (2. utg.). Universitetsforlaget

- Mestad, I. & Kolstø, S. D. (2014). Using the Concept of Zone of Proximal Development to Explore the Challenges of and Opportunities in Designing Discourse Activities Based on Practical Work. *Sci. Ed*, 98(6), 1054-1076. <https://doi.org/10.1002/sce.21139>
- National Academy of Science. (1996). National Science Education Standards. National Academy Press.
- Nisa, E. K., Koestiari, T., Habibulloh, M. & Jatmika, B. (2017). Effectiveness of guided inquiry learning model to improve students' critical thinking skills at senior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 997. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/997/1/012049>
- Norris, S. P. & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Sci. Ed*, 87(2), 224-240. <https://doi.org/10.1002/sce.10066>
- NOU 2005: 1. (2005). *God forskning - bedre helse - Lov om medisinsk og helsefaglig forskning, som involverer mennesker, humant biologisk materiale og helseopplysninger (helseforsikringsloven)*. Helse- og omsorgsdepartementet
- NOU 2015: 8. (2015). *Framtidens skole - Fornyelse av fag og kompetanser*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-8/id2417001/?ch=3>
- OECD. (2019). OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030. [https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/OECD\\_Learning\\_Compass\\_2030\\_Concept\\_Note\\_Series.pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/OECD_Learning_Compass_2030_Concept_Note_Series.pdf)
- Opplæringsloven. (1998). Lov om grunnskolen og den videregående opplæringa (LOV-1998-07-17-61). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61>
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of science teacher education*, 25(2), 177-196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Piaget, J. (1952). The origins of intelligence in children. *W W Norton & Co.* <https://doi.org/10.1037/11494-000>
- Postholm, M. B., Jacobsen, D. I. & Søbstad, R. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Cappelen Damm akademisk.
- Prayogi, S., Yuanita, L. & Wasis. (2017). Critical Inquiry Based Learning: A Model of Learning to Promote Critical Thinking Among Prospective Teachers of Physics. *Journal of Turkish Science Education*, 15, 43-56. <https://doi.org/10.12973/tused.10220a>

- Ringdal, K. (2018). *Enhet og mangfold : samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode* (4. utg.). Fagbokforlaget.
- Rowell, P. M. (1997). Learning in School Science: The Promises and Practices of Writing. *Studies in Science Education*, 36, 19-56. <https://doi.org/10.1080/03057269708560102>
- Simon, S. (2008). Using Toulmin's Argument Pattern in the evaluation of argumentation in school science. *International Journal of Research & Method in Education*, 31(3), 277-289. <https://doi.org/10.1080/17437270802417176>
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse : en kritisk fagdidaktikk* (3. utg.). Gyldendal akademisk.
- Toulmin, S. E. (2003). *The Uses of Argument*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511840005>
- Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M. & Osman, K. (2012). Fostering the 21st Century Skills through Scientific Literacy and Science Process Skills. *Procedia, social and behavioral sciences*, 59, 110-116. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.253>
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: learning objectives*. U. Publishing.
- Utdanningsdirektoratet. (2020). Fagets relevans og sentrale verdier (NAT01-04). Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/om-faget/fagets-relevans-og-verdier?lang=nob>
- Veum, A. & Skovholt, K. (2020). *Kritisk literacy i klasserommet*. Universitetsforlaget.
- Vieira, R. M. & Tenreiro-Vieira, C. (2016). Fostering Scientific Literacy and Critical Thinking in Elementary Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(4), 659-680. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9605-2>
- Vieira, R. M., Vieira-Tenero, C. & Martins, I. P. (2011). Critical Thinking: Conceptual Clarification and Its Importance in Science Education. *Science Education International*, 22(1), p. 43-54. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ941655.pdf>
- Vygotsky, L. S. (1980). Mind in society: The development of higher psychological processes. *Language in society*, 9, 249.
- Vygotsky, L. S. (2001). Interaksjon mellom læring og utvikling. I *Om utdanning. Klassiske tekster* (s. 143-165). Gyldendal akademisk.

## Vedlegg 1

# Eksperiment: Smeltende isbiter

### Du trenger:

- To glass
- Isbiter med farge
- Salt

### Forutsi:

Hva tror du kommer til å skje?

Hvilken isbit smelter forstest og hvorfor?

### Observer:

Hva observerer du? Bruk sansene dine.

Prøv og vær så nøyaktig i beskrivelsene dine som mulig.

### Forklar:

Forklar observasjonene dine, bruk egne ord. Prøv å forklare så godt du kan, hvorfor og hvordan tingene i "observasjon" skjedde.

### Etter diskusjon med andre:

Er det noe du vil tilføye eller endre på i din forklaring? La den opprinnelige stå, men legg til under denne overskriften.