

Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk

Hans Bjørnsgaard

Masteroppgave

Elever i møte med problemløsning og naturfaglige forklaringer i naturfag i ungdomsskolen

Students understanding and knowledge in problem solving and scientific explanations in
science in lower secondary school

Grunnskolelærerutdanning 5.-10. trinn

2022

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage JA NEI

Forord

Fem år som lærerstudent ved Høgskolen i Innlandet på Hamar er over, og denne masteroppgaven markerer studiets avslutning. Vi i 2017-kullet kan kalles oss historiske, ved at vi er de første uteksaminerte studentene som har gjennomført femårig grunnskolelærerutdanning. I fem år har vi vært prøvekaniner for denne rammeplanen, og banet vei for videre lærerutdanning. Det har vært både opp- og nedturer, men vi tar med oss alle erfaringene videre.

Å skrive en masteroppgave har vært krevende, og jeg har ved enkelte tilfeller vært i tvil om dette er noe jeg skulle komme i mål med. Ved hjelp av motiverende og inspirerende venner og familie, har jeg nå nådd enda en akademisk milepæl. Jeg retter også en hilsen og takk til min veileder, førsteamanuensis Nani Teig, som har hjulpet meg i å forme og begrense oppgaven. Sist, men ikke minst, vil jeg rette en stor takk til skolen og lærerne som stilte opp med fire flinke elever. Uten dem hadde det ikke blitt særlig til oppgave.

Til mine medstudenter, vel blåst.

Sammendrag

Temaet for denne masteroppgave er problemløsning og naturfaglige forklaringer. Disse to kompetanseområdene blir aktualisert gjennom det nye Kunnskapsløftet (Kunnskapsdepartementet, 2017), og innebærer kunnskaper og ferdigheter som blir ansett som viktige for fremtiden. Samfunnsutvikling, klimaendringer og pandemier bidrar til utfordringer, som stiller krav til høyere kompetanse og utvikling i skolen. Den nye læreplanen er på god vei inn i skolen, men hvordan ser det ut foreløpig? Dette har jeg forsøkt å finne ut gjennom denne studien.

Studien har hatt fokus på å undersøke noen utvalgte elevers kompetanse i de to nevnte temane. Fire 8. trinns elever med forskjellig faglig nivå ønsket å stille opp som deltakere i undersøkelsen. Metoden som ble brukt var intervju og observasjon. Dette ble gjort slik at elevene hver for seg gjennomførte et oppgavesett fra PISA og et intervju i tilknytning til oppgaveløsningen og de to temaene som oppgaven handler om. Resultatene fra både intervjuet og oppgaveløsningen ble deretter analysert og tolket i lys av teoretiske perspektiver og analytiske rammeverk.

Teoriområdet er basert på rammeverk for problemløsningsstrategier (Persson, 2014; Pólya, 1990; Syahrole et al., 2016), og naturfaglige forklaringer (McNeill et al., 2006; McNeill & Martin, 2011; Toulmin, 2003). Naturfaglige forklaringer er bygget opp av tre komponenter: påstand, evidens og resonnement. Studier viser at elever har utfordringer med forståelsen av hver enkelt komponent og hvordan de virker sammen (Jiménez-Aleixandre et al., 2000; Klahr & Dunbar, 1988; McNeill et al., 2006). Det finnes flere strategier og fremgangsmåter i møte med komplekse oppgaver, men det er noen som er mer effektive enn andre. Disse strategiene er prosesser som krever kognitive evner, og må læres gjennom repetisjon og erfaring (Persson, 2014).

Resultatene av denne undersøkelsen viser at elevene har utfordring med å formulere forklaringer basert på evidens, og velge ut datasett som støtte til ulike påstander. Det elevene har mindre utfordring med er å generere data ved å manipulere variabler og kjøre simuleringer. Noen av elevene har likevel utfordring når datasettene blir større, og det kreves tolkning for å finne svaret. De fleste elevene gjennomfører oppgaveenheten med en logisk og lineær progresjon, og hopper over oppgaver som blir for vanskelige. Det er kun en elev som

gjennomfører oppgaven med antydninger til andre strategier. Denne eleven gjør minst feil av de fire elevene.

Abstract

The theme of this master's thesis is problem solving and scientific explanations. These two areas of expertise are brought to the fore through the new Knowledge Promotion (Ministry of Education, 2017), and involve knowledge and skills that are considered important for the future. Social development, climate change and pandemics contribute to challenges, which place demands on higher competence and development in schools. The new curriculum is well on its way into school, but what does it look like so far? Through this study I am seeking the answer.

The study has focused on examining the competence of some selected students in the two mentioned topics. Four 8th grade students with different academic levels wanted to take place as participants in the study. The method used was interview and observation. This was done so that the students individually completed an assignment set from PISA and an interview in connection with the assignment solution and the two topics that the assignment is about. The results from both the interview and the task solution were then analyzed and interpreted in the light of theoretical perspectives and analytical frameworks.

The field of theory is based on frameworks for problem-solving strategies (Persson, 2014; Pólya, 1990; Syahrole et al., 2016), and scientific explanations (McNeill et al., 2006; McNeill & Martin, 2011; Toulmin, 2003). Scientific explanations are made up of three components: assertion, evidence, and reasoning. Studies show that students have challenges with understanding each component and how they interact (Jiménez-Aleixandre et al., 2000; Klahr & Dunbar, 1988; McNeill et al., 2006). There are several strategies and approaches to dealing with complex tasks, but there are some that are more effective than others. These strategies are processes that require cognitive abilities and must be learned through repetition and experience (Persson, 2014).

The results of this study show that students have a challenge in formulating explanations based on evidence and selecting data to support different statements. What the students have less of a challenge with is generating data by manipulating variables and running simulations. Some of the students still have a challenge when the datasets get bigger, and interpretation is required to find the answer. Most students complete the task unit with a logical and linear progression and skip tasks that become too difficult. Only one student

completes the task with hints of other strategies. This student makes the least mistake of the four students.

Innhold

FORORD	I
SAMMENDRAG	II
ABSTRACT	IV
1 INNLEDNING	1
1.1 BAKGRUNN	1
1.2 STUDIENS HENSIKT	2
1.3 OPPGAVENS OPPBYGNING	3
2 TEORETISK BAKGRUNN	5
2.1 PROBLEMLØSNING.....	5
2.1.1 <i>Hva er et problem?</i>	5
2.1.2 <i>Universale problemløsningsstrategier</i>	7
2.1.3 <i>Generelle utfordringer i oppgaveløsning</i>	8
2.2 NATURFAGLIGE FORKLARINGER.....	10
2.2.1 <i>Naturfaglig forklaring og naturfaglig argumentasjon</i>	11
2.2.2 <i>Naturfaglige forklaringer i kjerneelementet naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter (NPT)</i> 13	
2.2.3 <i>Utfordringer i naturfaglige forklaringer</i>	14
2.3 PROBLEMLØSNING OG NATURFAGLIG FORKLARING I LÆREPLANEN.....	16
2.4 PISA OG OPPGAVELØSNING I SKOLEN	18
2.4.1 <i>“Scientific literacy” som rammeverk for PISA-undersøkelsen</i>	19
2.4.2 <i>Prestasjonsnivåer i PISA</i>	21
2.4.3 <i>Forskning om problemløsning og naturfaglige forklaringer i PISA</i>	23
3 METODE	26
3.1 KVALITATIV METODE.....	26

3.2	SKJERMOPPTAK OG INTERVJU	27
3.3	BAKGRUNN FOR OPPGAVELØSNINGEN.....	28
	<i>Introduksjonsside.....</i>	<i>29</i>
	<i>Oppgave 1.....</i>	<i>30</i>
	<i>Oppgave 2.....</i>	<i>31</i>
	<i>Oppgave 3.....</i>	<i>32</i>
	<i>Oppgave 4.....</i>	<i>33</i>
	<i>Oppgave 5.....</i>	<i>34</i>
3.4	UTVALG	35
3.5	ANALYSE AV DATA	35
3.6	VALIDITET OG RELIABILITET	37
3.7	ETISKE PERSPEKTIVER OG VURDERINGER.....	38
4	RESULTAT	40
4.1	OVERSIKT OVER OPPGAVENENHETEN OG ELEVENES KOMPETANSE	40
	<i>4.1.1 Elev 1: Anders.....</i>	<i>41</i>
	<i>4.1.2 Elev 2: Aksel</i>	<i>42</i>
	<i>4.1.3 Elev 3: Bente</i>	<i>43</i>
	<i>4.1.4 Elev 4: Bea.....</i>	<i>44</i>
4.2	ELEVERS LØSNING AV PISA-OPPGAVENE.....	45
	<i>4.2.1 Oppgave 1</i>	<i>46</i>
	<i>4.2.2 Oppgave 2</i>	<i>48</i>
	<i>4.2.3 Oppgave 3</i>	<i>51</i>
	<i>4.2.4 Oppgave 4</i>	<i>53</i>
	<i>4.2.5 Oppgave 5</i>	<i>56</i>

5	DISKUSJON	59
5.1	ELEVER I MØTE MED OPPGAVELØSNING	59
	<i>Gjennomføring</i>	59
	<i>Strategier</i>	61
	<i>Implikasjoner</i>	63
5.2	ELEVER I MØTE MED NATURFAGLIG FORKLARING	64
	<i>Påstand</i>	64
	<i>Evidens</i>	65
	<i>Resonnement</i>	67
	<i>Sammenligning med forskningsresultater</i>	68
	<i>Kompetanseforskjell mellom 8.trinn og 10.trinn</i>	70
	<i>Implikasjoner</i>	70
6	KONKLUSJON	74
6.1	PROBLEMLØSNING.....	74
	<i>Gjennomføring</i>	74
	<i>Faktorer</i>	75
	<i>Strategier</i>	75
6.2	NATURFAGLIGE FORKLARINGER.....	76
	<i>Påstand</i>	76
	<i>Evidens</i>	76
	<i>Resonnement</i>	77
6.3	REFLEKSJON OG VIDERE FORSKNING	77
	LITTERATURLISTE	79
	VEDLEGG 1: INTERVJUGUIDE	87
	VEDLEGG 2: INFOSKRIV OG SAMTYKKEERKLÆRING	89

VEDLEGG 3: GODKJENNING NSD	92
---	-----------

Figurliste

Figur 1 Oversikt over metoden.....	27
Figur 2 Introduksjonsside fra settet "Løping i varmt vær", hentet fra Kjærnsli og Jensen (2016)	29
Figur 3 Oppgave 1 fra settet "Løping i varmt vær", hentet fra Kjærnsli og Jensen (2016) ...	30
Figur 4 Oppgave 2 fra settet "Løping i varmt vær", hentet fra Kjærnsli og Jensen (2016) ...	31
Figur 5 Oppgave 3 fra settet "Løping i varmt vær", hentet fra Kjærnsli og Jensen (2016) ...	32
Figur 6 Oppgave 4 fra settet "Løping i varmt vær", hentet fra Kjærnsli og Jensen (2016) ...	33
Figur 7 Oppgave 5 fra settet "Løping i varmt vær", hentet fra Kjærnsli og Jensen (2016) ...	34
Figur 8 Eksempel på oppgave elevene skal løse	87

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Det overordnede temaet for denne oppgaven er problemløsning og naturfaglige forklaringer i naturfag på ungdomstrinnet. Bakgrunnen for valget av dette temaet er at dagens samfunnsutvikling krever mennesker med kompetanse til å løse problemer her og nå, og samtidig være forberedt på fremtidige utfordringer. Når vi snakker om ulike problemer, så kan dette være alt fra småting i hverdagen til større utfordringer som påvirker miljøet, og livet rundt oss. Skal vi fortsette letingen etter olje i Nordsjøen? Hvordan vil klimaendringene påvirke jorda og mennesket i årene fremover? Hvordan kan vi forberede oss på nye og mer krevende pandemier enn Covid-19? Dette er eksempler på situasjoner som krever et utvalg kompetanser som oppgaveløsning dekker. Kunnskap og ferdigheter om problemløsning og naturfaglige forklaringer er viktig i denne sammenhengen (Mork, 2006).

Med dagens teknologiske fremskritt, og en klimautfordring som truer fremtiden, kreves det hoder med kompetanse innenfor dette feltet. Samfunnets utviklingstrekk blir trukket fram gjennom internasjonale prosjekter, som fremhever sammenhengen mellom skoleopplæringen og arbeid- og samfunnslivets kompetansebehov (Kunnskapsdepartementet, 2014). Samtidig er det gjort store forskningsarbeid omkring temaet, og gjennom dette er oppgaveløsning blitt fremhevet som en viktig kompetanse for dybdeløring og forståelse (Torkildsen, 2017). PISA (Programme for International Student Assessment) er et kjent begrep i den norske skolen og et viktig verktøy for å analysere hva elever i den norske skolen kan, og ikke kan. PISA-undersøkelsen er forbeholdt 15 åringer, og det overordnede målet er å vurdere ulike lands utdanning. I de senere årene har problemløsning og metodekunnskap, deriblant naturfaglige forklaringer, fått større plass i disse undersøkelsene.

I Norge er problemløsning aktualisert under overordnet del i den nye læreplanen LK20 (Læreplanverket for kunnskapsløftet 2020), selv om begrepet ikke nevnes eksplisitt gjennom de forskjellige delene. I LK20 (Kunnskapsdepartementet, 2017) kommer det frem at evnen eller kompetansen til problemløsning defineres av flere ting, som blant annet kunnskap innenfor flere fagområder og temaer, ferdigheter til å utføre handlinger og prosedyrer, og evne til refleksjon, og kritisk tenkning. Argumentasjon og evne til resonnering blir også nevnt som en viktig kompetanse for problemløsning i naturvitenskapen. Skolens oppgave blir å legge til rette for arbeid med krevende og varierte oppgaver for å stimulere disse

kompetansene. Mayer og Wittrock (2006, s. 287) peker på viktigheten av undervisning som gir elevene mulighet til å erfare og ta med seg kunnskap for å løse oppgaver i nye, og ukjente situasjoner.

En av de mest grunnleggende ferdighetene i naturvitenskap er å kunne forklare fenomener gjennom å undersøke hvordan de oppstår og hvordan de påvirker livet rundt oss (McNeill & Krajcik, 2008a). Eksempler på dette kan være en idrettsfysiolog som forklarer hvorfor vi svetter når vi løper, eller en geolog som forklarer hvordan landskapet i Norge ble til. I denne forklaringsprosessen må det ligge til grunn evidens og forklaringer som støtter opp under fenomenet. Dette er viktig for å videreføre og frembringe ny kunnskap. Skoleforskning har vist at elever som arbeider med naturfaglige forklaringer, kan endre sitt syn på naturvitenskap (Bell & Linn, 2000), får en dypere forståelse for viktige naturvitenskapelige kjerneelementer (Zohar & Nemet, 2002), og skriver bedre forklaringer som støtte for påstandene deres (McNeill et al., 2006; McNeill & Krajcik, 2008b).

1.2 Studiens hensikt

Hensikten med denne oppgaven er å analysere elevenes strategier i møte med komplekse oppgaver i naturfag. Disse oppgavene er hentet fra frigitte oppgaver fra PISA-undersøkelsen i 2015, og representerer oppgaveenheter som finnes i den reelle undersøkelsen. Resultatene vil baseres på elevers individuelle oppgaveløsning og skjermopptak for å undersøke deres fremgangsmåte, i tillegg til intervjuer som vil avdekke personlige oppfatninger og erfaringer. Målet med dette er å frembringe kunnskap som kan være med å påvirke eller bidra til mer oppmerksomhet omkring elevers kompetanse innenfor naturfaglige forklaringer og deres oppgaveløsning. Problemløsning er det overordnede temaet, men det defineres av ulike omfattende begreper. Derfor har jeg valgt å begrense oppgavens fokus til naturfaglige forklaringer og hvordan elever løser oppgaver knyttet til dette temaet.

Problemområdet for denne oppgaven å undersøke hva slags kompetanse elever i 8. trinn har om naturfaglige forklaringer, og hvordan elevenes løsningsprosesser kommer til uttrykk gjennom oppgaver knyttet til denne kompetansen.

Forskningsspørsmålene for denne oppgaven blir derfor formulert slik:

1. *Hvordan kommer elevenes problemløsningskompetanse til uttrykk gjennom oppgaveløsning?*
2. *Hva slags kompetanser har 8.trinns-elever angående naturfaglige forklaringer?*

1.3 Oppgavens oppbygning

Denne oppgaven omhandler naturfaglige forklaringer og problemløsningskompetanse i tilknytning til frigitte oppgaver fra PISA-undersøkelsen i 2015. Oppgaven er bygget opp etter IMRaD-modellen og blir presentert deretter. Teoridelen er den første delen og kommer til å omhandle sentral teori og forskning knyttet til temaene for oppgaven. Denne delen vil første presentere og definere problemløsningskompetanse, og deretter ulike strategier og utfordringer knyttet til elevene. Påfølgende vil naturfaglige forklaringer bli definert gjennom et rammeverk. Dette rammeverket presenterer de ulike komponentene naturfaglige forklaringer består av. Det vil også bli presentert ulike utfordringer elever har knyttet til disse komponentene. Deretter vil det komme en gjennomgang av naturfaglige forklaringer og problemløsning sin plass i læreplanen. Det siste kapittelet i teoridelen vil presentere PISA, rammeverket for undersøkelsen, forskning og resultater fra den siste kartleggingen.

Etter teoridelen er presentert i sin helhet, vil metodedelen presenteres. Her vil hele undersøkelsen beskrives, og begrunnelser for hvilke valg som ble gjort. De to datainnsamlingsmetodene, skjermopptak og intervju, vil bli presentert. I tillegg til dette vil også de frigitte oppgavene fra PISA-undersøkelsen i 2015 bli presentert i sin helhet. Utvalget og rammeverket for analysen vil også presenteres. Til slutt blir oppgavens reliabilitet, validitet, etiske overveielser og vurderinger bli presentert.

Resultatdelen presenterer de viktigste funnene fra undersøkelsen, og består av tabeller og tekster. Først vil det presenteres en generell beskrivelse av hver elev, deres gjennomføring og noen utdrag fra intervjuet. Her finnes det også video-lenker til hver enkelt elev sin gjennomføring, slik at dette kan observeres i sin helhet. Til slutt presenteres elevenes gjennomføring av hver enkelt oppgave med en oversiktlig tabell og tekstbeskrivelse. Resultatene blir koblet opp mot rammeverket fra analysen og presenteres under hver oppgave.

Så presenteres diskusjonsdelen. Der blir resultatene tolket og drøftet i lys av teori og forskning, som ble presentert i teoridelen. Først i diskusjonsdelen blir elevenes kompetanser

i de forskjellige komponentene til naturfaglige forklaringer presentert, og i tillegg til implikasjoner for undervisning. Til slutt i diskusjonsdelen blir elevenes gjennomføring og løsningsstrategier presentert, i tillegg til implikasjoner for skole og undervisning.

Til slutt, for å oppsummere oppgaven og forsøke å besvare forskningsspørsmålene, blir det presentert en konklusjon. Konklusjonen vil sammenfatte undersøkelsen og de viktigste funnene. Den vil også presentere mulige feilkilder, refleksjoner og videre forskning.

2 Teoretisk bakgrunn

2.1 Problemløsning

Problemløsning blir definert av Mayer og Wittrock (2006, s. 287), som en kognitiv prosess i møte med oppgaver som ikke fremmer noen umiddelbar eller åpenbar løsningsmetode.

Denne definisjonen blir videre delt inn i fire karakteristikk for problemløsning. Den første karakteristikken er det kognitive, og påvirkes av adferd, handling og samarbeid med andre.

Den andre er problemløsning som prosess der kunnskap representeres og bearbeides. Den tredje beskriver problemløsning som noe styrt, det er altså et mål å oppnå gjennom prosessen. Den fjerde beskriver problemløsning som personlig, det er individuell kunnskap og ferdigheter som styrer vanskelighetsgraden for oppgaven som skal løses.

Gjennom problemløsning blir kunnskaper tatt i bruk. Teorier blir testet ut i praksis, og resultatene speiler forståelsen av oppgavene. Likevel kan en forstå teorien, men samtidig ikke mestre dette i praksis. Her er det et viktig skille. Problemløsning er en ferdighet, noe som betyr at en kan ta i bruk teorier i praksis uten å nødvendigvis forstå dem.

Problemløsning er også svært individuelt, da det ikke finnes noen universal løsning for hvert problem og hver oppgave. Problemløsning som ferdighet handler om å tilegne seg kunnskap om ulike strategier. Disse strategiene er derimot universale og allmenntilgjengelige (Persson, 2014).

Problemløsning knyttes også gjerne til begreper som er synonymt med slike kognitive prosesser. Begreper som kritisk tenkning, og kreativitet brukes om hverandre. Kreativitet i dette tilfellet omhandler evnen til å danne flere løsningsforslag for en oppgave. Kritisk tenkning handler om å analysere disse forslagene for å avdekke om de kan bidra til å løse selve oppgaven (Mayer & Wittrock, 2006, s. 288).

Problemløsning i seg selv er et veldig vidt begrep, og er derfor blitt avgrenset mot oppgaveløsning knyttet til PISA-oppgaver som tar utgangspunkt i naturfaglige forklaringer. Dette blir definert under *kapittel 2.4*.

2.1.1 Hva er et problem?

Et problem kan defineres på flere måter, men det er viktig å legge vekt på at et problem ofte er en subjektiv oppfattelse av noe. Dette betyr at et problem for noen, ikke nødvendigvis er et problem for andre. Det er hver enkelt sine forutsetninger, egenskaper, ferdigheter og

kunnskaper som setter grensen for hva som kan kalles et problem. Derfor er det vanskelig å gi en konkret og eksplisitt definisjon på hva et problem er. Løsningen er å kategorisere de ulike formene for problemer som en møter (Persson, 2014; Syahrole et al., 2016).

Johnstone (referert i Reid & Yang, 2002) baserte problemløsning på tre komponenter: Data, metode og resultat. Disse tre komponentene danner åtte spesifikke problemkategorier, som er presentert i tabellen under.

Tabell 1

Åtte problemkategorier

Kategori	Data	Metode	Resultat
1	Gitt	Kjent/Gitt	Gitt
2	Gitt	Ukjent/Ikke gitt	Gitt
3	Ufullstendig	Kjent/Gitt	Gitt
4	Ufullstendig	Ukjent/Ikke gitt	Gitt
5	Gitt	Kjent/Gitt	Åpen
6	Gitt	Ukjent/Ikke gitt	Åpen
7	Ufullstendig	Kjent/Gitt	Åpen
8	Ufullstendig	Ukjent/Ikke gitt	Åpen

Kategori 1-3 forekommer oftest i undervisningssammenheng i skolen, men kategori 4-8 er noe som forekommer mer generelt, gjerne i arbeidslivet. Det er viktig å legge merke til at i kategori 1-4, der resultatet er «gitt», betyr dette i praksis at vi kan finne svaret i litteraturen. Eksperiment og forsøk på skolen eller universitet ligger ofte i kategori 3, da en ofte skal forsøke å bekrefte teorier eller lover gjennom kjente metoder. Ved slike operasjoner er det ikke fremgangsmåten som er i fokus, men å bli kjent med ulike fenomener. I motsetning til kategori 4, der det handler om å bruke og lære seg metodekunnskap. Det er ikke uvanlig at

de tre første kategoriene er forholdsvis lineære og lite strategikrevende. Det er derfor viktig å lære seg konvensjonelle strategier som kan tas i bruk i samtlige kategorier.

2.1.2 Universale problemløsningsstrategier

Det finnes flere strategier for problemløsning. De er gjerne bygget opp steg for steg, og felles for de fleste er at de er basert på Pólyas (1990) fire steg: *understand*, *plan*, *carry out*, *look back*. Disse fire stegene danner grunnlaget for en strategi, men enkelte problemkategorier gjør at en ikke trenger å bruke alle stegene. *Look back*, som dreier seg om å se over og vurdere sitt eget arbeid, blir gjerne hoppet over når det kommer til kategorier som 1-3 der resultatet ofte er gitt i form av en fasit. Første steget, *understand*, blir også oversett i undervisningssammenheng da elever ofte blir bedt om å bruke gitte teorier til å løse eller svare på problemet. Dette kan føre til at elever ikke tilegner seg viktige problemløsningsstrategier, som de kan få bruk for senere i livet (Persson, 2014).

Basert på tre modeller for problemløsningsstrategier (Mason et al., 1982; Pólya, 1990; Schoenfeld, 1985) har Syahrole et al., (2016) foreslått fire ord som beskriver de ulike fasene i problemløsning. Disse fasene blir kalt *entry* (gå inn i), *analyse* (analysere), *attack* (angripe) og *review* (evaluere). Selv om disse strategiene ofte er rettet mot matematisk problemløsning, så har det likevel stor overføringsverdi til andre fagområder.

Den første fasen, kalt *entry*, handler om elevenes forståelse av den gitte problemstillingen. For å skape denne forståelsen er det nødvendig at elevene leser oppgaveteksten flere ganger eller forsøker å gjengi den med egne ord. *Analyse*-fasen handler om elevenes metakognisjon. Det vil si at problemstillingen blir forsøkt knyttet til andre lignende gjennomføringer for å undersøke om eleven har adekvate forkunnskaper for å løse oppgaven. Selve oppgaveløsningene skjer i *attack*-fasen, og dreier seg om elevenes valg av strategier og metoder for å svare på problemstillingen. Siste fasen, *review*, handler om elevenes refleksjoner om gjennomføring. Her bør også eleven stille seg spørsmål om hvorfor de gjorde det slik eller hvorfor de valgte akkurat den metoden.

En strategi som ofte forekommer kalles for *Guess* (*Given, unknown, equation, search, solve*). Denne strategien blir ofte brukt for å lettere komme frem til et resultat eller svar uten å nødvendigvis forstå hvorfor. Fremgangsmåten er gjerne slik at oppgaven gir variabler som skal brukes for å løse oppgaven. Disse variablene blir brukt, samtidig som en må endre ukjente variabler for å finne svaret. For at oppgaveløsningen skal bli mer gjennomførbar blir

det gjerne brukt en modell som kan regne ut variablene selv. Modeller er ofte bare en forenklet versjon virkeligheten. Disse forenklingene gjør det enklere å forklare fenomenet, men likevel kan det være viktige faktorer som blir oversett i en slik prosess. Dette kan være med på å gi utslag på forståelsen (Persson, 2014)

Lærebokrettet undervisning er stort sett preget av kategori 1, 2 og 3. Oppgaver i lærebøker følger ofte en logisk og lineær serie av steg, som går en rett vei fra oppgavens definisjon til løsningen. Dette kan også løses med algoritmer eller simuleringer, som gjør at elevene slipper å tenke seg om. Denne fremgangsmåten kan være med på å svekke elevers evner til å løse oppgaver med ulike problemløsningsstrategier. Prosessen bak problemløsningsstrategier er, til forskjell fra lærebokmåten, mer syklisk, refleksiv og i noen tilfeller irrasjonell.

Naturvitenskapelige aktiviteter er ofte knyttet til eksperimentering for å bekrefte teorier eller fenomener. Disse aktivitetene kan vi knytte til kategori 3, 4, 7 og 8, der dataen ofte er ufullstendig, og metode og resultat kan være kjent eller ukjent. Persson (2014) modifiserte 10 steg for arbeid med eksperiment, basert på Polyas strategi. Stegene beskriver hele prosedyren for gjennomføring av et eksperiment, men er likevel abstrakt i den grad av at dette er ferdigheter en må lære seg. En kan altså ikke bare lese og følge disse stegene, og deretter gjøre et vellykket eksperiment. Det kreves trening og erfaring. For å passe til denne oppgaven og metoden, er disse stegene begrenset og tilpasset.

1. *Analysere problemet. Lese teksten nøye. Hva er det oppgaven spør om?*
2. *Hvilke variabler skal endres, hvilke skal beholdes? Hvordan kan variablene påvirke resultatet?*
3. *Hva er det vi skal måle? Hva er det vi vil finne? Hva slags metode skal vi bruke?*
4. *Testmålinger. Se om det finnes flere løsninger.*
5. *Gjøre målinger med utvalgte variabler. Strukturere resultatene i tabell.*
6. *Analysere resultatet. Svarer resultatene på oppgaven.*
7. *Lag en forklaring eller velg ut kritiske resultater.*

2.1.3 Generelle utfordringer i oppgaveløsning

Hovedutfordringen når det gjelder problemløsning er lærebøker. Lærebøker inneholder tekster og oppgaver om de viktige temaene i faget. Utfordringen er at disse oppgavene ikke legger til rette for at elevene kan tilegne seg strategier for oppgaveløsning. Teksten og oppgavene er satt sammen i kronologisk rekkefølge, slik at elevene kan følge en lineær og

logisk fremgangsmåte for å kunne svare på oppgavene. Flere oppgaver er også inkludert i nettressurser, som gjør at elever kan ta i bruk algoritmeverktøy og simuleringer for å løse oppgavene (Persson, 2014). Oppgavene som er blitt brukt til datainnsamlingen for denne metoden er digitale, og ligner på nettressursene som finnes for enkelte lærebøker. Elevene får der anledning til å bruke en simuleringsmodell for å frembringe data til undersøkelsene sine. Datasettene frembringes automatisk i en ferdig tabell, og elevene slipper å strukturere dataen selv. Det gjør at elevene kan fokusere på det viktigste, som er å produsere naturfaglige forklaringer.

Når elever skal løse oppgaver, er det flere faktorer som kan spille inn. For eksempel spørsmålsformuleringen i en oppgave. Noen elever er flinke til å abstrahere den viktigste informasjonen i oppgavetekster, men andre kan ha utfordringer når det blir for mye informasjon. Irrelevant informasjon kan være villedende og distraherende for elever, og kan føre til at viktig informasjon blir oversett (Le Hebel et al., 2017).

Kontekst kan også ha både en positiv og en negativ rolle når elever skal løse oppgaver. Ulike kontekster kan påvirke elever forskjellig. Elever som møter oppgaver med en kontekst de er kjent med fra før, for eksempel trening og helse innenfor temaet biologi, kan ha lettere for å løse disse oppgavene kontra elever som ikke er kjent med denne konteksten fra tidligere. Det er også studier som peker på at feil bruk av kontekst kan være misvisende eller skape forutinntatthet hos elever (Pollitt & Ahmed, 2000). Det er derfor viktig at elevene får oppgaver med bakgrunn i kontekst de er kjent med fra før. Oppgavene som blir presentert senere i metodekapittelet vil beskrive konteksten for oppgavene. Disse oppgavene tar utgangspunkt i det kroppslige fenomenet som skjer under løping i varmt vær. Dette er noe de aller fleste elever skal være kjent med fra tidligere, enten gjennom egen erfaring eller observasjon av idrettsutøvere.

Elevenes mestringstro spiller en stor rolle i oppgaveløsning, og påvirker elevenes utførelse ved målsetting, handling, og standhaftighet (Bandura, 1997). Når elever bruker digitale verktøy, som PC, til å løse oppgaver, er det to ting som spiller inn. Det ene er å forstå og bruke de tilgjengelige ressursene som det digitale verktøyet har. Det andre er å forstå hva oppgaven faktisk går ut på (Geifman & Raban, 2015). Bandura (1997) identifiserte fire faktorer som kan påvirke elevens mestringstro gjennom oppgaveløsning: *reaktiv mestring*, *deduktiv erfaring*, *tilbakemelding* og *følelser*. Reaktiv mestring handler om at alle suksessfulle oppgaveløsninger påvirker forventningene til en ny oppgave. Deduktiv erfaring

handler om å ta utgangspunkt i det en har observert under andres gjennomføring. Tilbakemeldinger handler om hvordan ord og uttrykk kan bli brukt til å engasjere til videre oppgaveløsning. Følelser handler om hvordan eleven oppfatter situasjonen i møte med krevende oppgaver. Om elevene føler seg rolig og trygg, eller stresset og redd, kan ha en stor påvirkning på deres mestringstro.

2.2 Naturfaglige forklaringer

Et av kjerneelementene i naturfag er å formulere argumenter og forklaringer som inkluderer evidens, tolkning av tekster og vurdering av påstander (Driver et al., 2000). Naturfaglige forklaringer dekker flere av målene for utforskende arbeid når det gjelder å forstå naturfaglige fenomener, samt formulere og påvirke andre med denne forståelsen (Sandoval & Reiser, 2004). Dette er i kontrast med synet på tradisjonell klasseromsundervisning som kun handler om å lære faktakunnskap om livet på jorda. Elever som arbeider med naturfaglige forklaringer kan endre sin oppfatning av naturvitenskap (Bell & Linn, 2000), samtidig som de kan få en bedre forståelse av det naturfaglige innholdet (Zohar & Nemet, 2002).

Elever i skolen er ofte ivrige når de skal undersøke og utforske ulike fenomener, men når det kommer til å forklare fenomener ved hjelp av evidens og data er det mange som faller av. Det finnes rammeverk som kan bidra til at elevene mestrer dette og bruker naturfaglige forklaringer til å forstå naturfag (McNeill et al., 2006; McNeill & Martin, 2011). Rammeverket har tatt utgangspunkt i Toulmin's (2003) modell for støtte til elevenes naturfaglige forklaringer og argumentasjon. Det starter med forståelsen av komponentene for naturfaglig forklaring:

1. *Påstand*: svaret til et spørsmål eller et problem
2. *Evidens*: data eller informasjon som støtter påstanden
3. *Resonnement*: en begrunnelse for hvorfor dataen eller informasjonen fungerer som evidens for påstanden

En *påstand* er en mening eller et utsagn, som svarer på et spørsmål eller et problem. Det kommer også tydelig frem at dette er den enkleste komponenten for elever, som de selv kan formulere eller identifisere i andre tekster (McNeill et al., 2006). En påstand kan i utgangspunktet bare være en beskrivelse av hva som er observert. *Evidens* er naturfaglig data

som er med på å støtte *påstanden*, og baserer seg på elevens egne undersøkelser eller tidligere forskning på nettet eller i bøker. Evidens har den samme støttefunksjonen som bærebjelkene har i et hus. Elever har et ansvar for å bruke evidens på samme måten, eller som Driver et al. (2000, s. 297) formulerer, «Scientists hold a central core commitment to evidence as the ultimate arbiter between competing theories». Et *raisonnement* tilfører en begrunnelse for hvorfor eller hvordan *evidens* er med på å støtte *påstanden*, og tar ofte utgangspunkt i naturvitenskapelige teorier eller ideer (Chin & Brown, 2000). Når elever har forståelse av disse komponentene og kan bruke de uten støtte, kan dette bidra til et høyere faglig nivå i naturfaglige diskusjoner og tekster. Det bidrar også til å støtte kommunikasjonsstrukturen og hvordan elever skal formidle naturvitenskap.

2.2.1 Naturfaglig forklaring og naturfaglig argumentasjon

Noen forskere ser på naturfaglige forklaringer og naturfaglig argumentasjon, som to uavhengige praksiser som komplementerer hverandre (Berland & Reiser, 2009). Eksempler på dette kan være å sette elever i opposisjon med hverandre, for eksempel gjennom elevdebatt, der målet er å overbevise ved å ta i bruk argumentasjon. På den måten blir elevenes forklaringer et biprodukt av elevdiskursen. Andre ser på disse to som en helhetlig praksis som overlapper hverandre. Scardamalia og Bereiter (1994) referer til denne kombinasjonen som en kunnskapsbyggende prosess. Naturfaglig forklaring og naturfaglig argumentasjon blir en helhetlig prosess, som ikke definerer de ulike komponentene, men derimot fokuserer på produktet (Berland & Reiser, 2009). Hver for seg er målene for naturfaglig forklaring og argumentasjon ganske brede og spesifikke, men ved å se på disse enhetene som en felles praksis kunne Berland og Reiser (2009) identifisere tre mål. Det første målet omhandler å bruke evidens og naturvitenskapelige konsepter til å forstå fenomener. Det andre handler om å artikulere denne forståelsen. Det siste målet omhandler hvordan vi kan overtale andre med forklaringer, ved å ta i bruk naturvitenskapelige idéer for å koble sammen evidens og påstand.

Ferdigheter innenfor naturfaglige forklaringer er sett på som viktige, ikke bare i naturvitenskapen, men også ellers i samfunnslivet. Studier har også vist at elever som har kunnskap om naturfaglige forklaringer, og viljen til å diskutere, lærer mer (Bathgate et al., 2015). Det er altså en sterk korrelasjon mellom det å kunne formidle naturfaglige ideer og å lære seg det. Lærere har et ansvar å undervise og lære elever om hva naturfaglige forklaringer innebærer. Det må skapes et skille mellom naturfaglige diskusjoner og

hverdagslige diskusjoner. Da elever kanskje har erfart at diskusjoner ofte kan føre til uenigheter, som kan ødelegge sosiale interaksjoner. Dette er roten til kumulative diskusjoner, som er preget av enighet og aksept, og lite fordypning og kritisk tenkning (Mercer & Littleton, 2007). Diskusjoner i naturfag bør tilstrebe å være motpolen til dette, for å skape et miljø der det er lov og en felles enighet til å være uenige og kritiske til ideer og teorier. McNeill og Krajcik (2008a, s. 125–132) har i en artikkel identifisert fem ulike metoder som kan støtte elevene i naturfaglig argumentasjon:

1. *Definere og forklare argumentasjon, og dets komponenter*

Å forstå begreper i naturfag er essensielt for å kunne uttrykke kunnskap og forståelse. Det samme gjelder argumentasjon. Et argument består av tre enkle deler, en påstand eller en mening, fakta eller evidens og en begrunnelse eller et resonnement. Elever har lett for å ytre meninger eller påstander, men de har vanskeligheter med å forstå konseptene fakta eller evidens og begrunnelse eller resonnement, som bakgrunn for disse ytringene.

2. *Modellere og undersøke gode, og dårlige eksempler*

Gode eksempler kan vise hvordan evidens og teori brukes for å støtte en påstand. Dårlige eksempler kan vise frem svakheter og misoppfatninger rundt argumentasjon.

3. *Forklare hvorfor vi argumenterer*

Definering av begreper og modellering kan fort bli for teoretisk, slik at elevene ikke forstår viktigheten eller målet med argumentasjon. Gjennom utforskende arbeid er det tenkt at elevene skal jobbe på samme måte som forskere. Som forsker er en også opptatt av å overbevise andre med sine forklaringer. Da er det viktig å kunne forklare og argumentere med utgangspunkt i teori og evidens, slik at troverdigheten øker.

4. *Aktualisere med gjenkjennbare eksempler*

Elever driver ofte med argumentasjon i sitt sosiale liv, både bevisst og ubevisst. Diskusjoner om hvilke fotballag som er best, hva som skal gjøres i friminuttet, hvem som skal sitte i elevrådet. Dette har likheter med argumentasjon i forskning, og elevene kan ha nytte av å sammenlikne gjenkjennbare situasjoner med måten forskere gjør det. Dette gir også muligheten til å undersøke forskjellen mellom den hverdagslige betydningen og den naturfaglige betydningen av ord.

5. Vurdering og tilbakemelding

Når elever uttrykker seg, spesielt skriftlig, blir elevenes forståelse av det naturfaglige innholdet tydeligere. Det blir da lagt vekt på at tilbakemeldinger skal være tydelige og eksplisitte. Tilbakemeldinger må gjerne være spesifikke, og skal helst peke på styrker og svakheter ved elevene argumentasjon.

2.2.2 Naturfaglige forklaringer i kjerneelementet naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter (NPT)

Teorier er noe av det sikreste vi har i naturvitenskapen, og er et resultat hypotesetesting gjennom eksperimentering og observasjoner over lengre tid. Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter er ett av kjerneelementene i den nye læreplanen (Kunnskapsdepartementet, 2020), som skal støtte elevene i å tilegne seg denne kunnskapen.

Når du skal forsøke å finne svar i et problem eller en oppgave, må man ta i bruk kvalifiserte gjetninger. Disse gjetningene er det som kalles for hypoteser, og er resultat av våre antagelser og oppfatninger. Når disse hypotesene skal testes, brukes det eksperimenter eller forsøk. Disse forsøkene eller eksperimentene vil gi svar på om hypotesen stemmer eller ikke. For å gjøre det mulig for andre å teste samme hypotese eller motbevise den, må fremgangsmåten beskrives så nøyaktig som mulig. I denne prosessen må hypoteser forkastes eller fornyes, men hvis hypotesen holder og andre kan bekrefte det samme, kan hypotesen få status som en bekreftet teori (Bøhle, 2020). Dette er en kort og forenklet beskrivelse for hvordan teorier blir til. I denne prosessen ligger det til grunne ulike metoder og tilnærminger for å finne svar.

Gjennom forsøk og eksperimentering er det viktig å vite hva som påvirker resultatene. Disse påvirkningene kalles *variabler*, og er utgangspunktet for datamaterialet. Variabler kan fjernes, legges til, justeres eller opprettholdes, alt ettersom hva vi skal måle eller undersøke. Metoden er måten vi kontrollerer variablene på, og kan enklest gjøres ved å teste en variabel om gangen. Her er det også rom for feilkilder. Unøyaktighet, misinformasjon, eller utstyrsfeil er faktorer som spiller inn på resultatet. Mennesker er heller ikke ufeilbarlige, og vi lar oss lett påvirke av alt rundt oss. Dette kan ha en påvirkning på metoden og resultatet. Det gjelder derfor å være objektiv og ærlig, samtidig som man skal være klar over disse feilkildene (Bøhle, 2020).

Simuleringer og animasjoner er redskaper som kan forenkle virkeligheten og hjelpe til med oppgaver i komplekse sammenhenger. Simuleringer brukes ofte i sammenheng med underholdning, som for eksempel dataspill, men også til produksjon, utdanning og forskning. Bruken av simulering kan gjøre det enklere å lære, der komplisert og abstrakte fenomener blir presentert som mer konkrete og forståelige. Fenomener som ikke er synlig med det blotte øyet kan, ved hjelp av simuleringer, bli observerbare (Bøhle, 2020)

2.2.3 utfordringer i naturfaglige forklaringer

McNeill og Martin (2011) gjorde en studie med 5. klassinger, for å undersøke deres styrker og svakheter innenfor naturfaglige forklaringer. Hovedfunnet var at de fleste elevene ofte sliter med *resonnering*, men *påstand* og *evidens* kommer mer naturlig. De finnes likevel utfordringer i disse komponentene, noe som blir beskrevet videre nedenfor. Med faglig støtte gjennom et helt skoleår ble elevene gradvis bedre til å forstå og tolke data, og formidle deres undersøkelser på en naturvitenskapelig måte ved bruk av *evidens* og *resonnering*. Den faglige støtten bestod av å modellere ulike naturfaglige forklaringer, vurderer de ulike komponentene, koble naturfaglige forklaringer til kjente eksempler og gi elevene tilbakemeldinger på eget arbeid.

Å lage eller å identifisere påstander er pekt på som den enkleste komponenten for elever i naturfaglige forklaringer (McNeill et al., 2006). Elever lager påstander hver dag, om hvilken fotballspiller som er best eller hvorfor de må spise fisk. En påstand er som oftest basert på personlige erfaringer og kunnskap, og det er derfor lett for elevene å gjøre antagelser basert på dette. Utfordringene dukker opp når elevene skal forsøke å bevise hvorfor deres påstand er rett, eller hvorfor andres påstand er feil, og samtidig begrunne dette i et resonnement knyttet opp mot andre naturfaglige teorier og idéer.

Når elever skal forklare naturvitenskapelige fenomener, kan de gjøre dette ved å samle inn, velge ut og bruke evidens til å støtte påstandene i forklaringen. Likevel kan elever ha vanskeligheter med dette. I stedet for å ta i bruk tilgjengelig evidens, tar de utgangspunkt i sine egne oppfatninger og erfaringer for å forklare fenomener. I andre tilfeller kan de ta i bruk data som evidens, men ofte så er denne dataen ufullstendig i forhold til hva de prøver å forklare. Dette kan skje i tilfeller der elever møter større mengder med data, og de er nødt til å sortere og velge ut den dataen som er riktig. På en annen side kan elever klare å velge ut riktig data som evidens, men likevel mangle tilstrekkelig med data for å kunne forklare

fenomenet. I slike tilfeller kan de ha en oppfatning av at ett sett med data er tilstrekkelig som evidens, når det i utgangspunktet krever flere sett med data for å forklare ett fenomen (McNeill et al., 2006, s. 155–156).

En annen utfordring som gjelder når elever arbeider med evidens er å identifisere sammenhengene mellom ulike variabler. Dette gjelder spesielt forsøk og eksperiment, som krever at en justerer variabler for å få resultater. Elever kan ha utfordringer med å forstå konseptet som angår variabler, spesielt når de skal velge ut variabler som skal kontrolleres og manipuleres (Klahr & Dunbar, 1988). Her kan det finnes store forskjeller blant elevene som velger forskjellige strategier med ulike nivåer av effektivitet. Noen velger å variere mange variabler på en gang (De Jong & Van Joolingen, 1998), gjennomføre samme undersøkelse gjentatte ganger uten å endre variabler (Greiff et al., 2016), og noen gjennomfører uforholdsmessige antall undersøkelser i stedet for å teste kun en hypotese (White & Frederiksen, 1998). Der noen velger å endre flere variabler samtidig, er det andre som kun velger å endre en variabel om gangen. VOTAT, eller *vary-one-thing-at-a-time* (Tschirgi, 1980) er et eksempel på en slik strategi, og er kjent for å være effektiv når det gjelder å identifisere sammenhenger mellom ulike variabler. Strategien går ut på å justere en spesifikk variabel, samtidig som resten av variablene holdes konstant. Det er også påvist en utvikling av strukturert kunnskap hos de som tar i bruk VOTAT-strategien, i stedet for andre utforskende strategier (Vollmeyer et al., 1996).

Andre studier har også vist at det er viktig å kunne tolke empirisk data fra førstehånds-observasjoner, for å koordinere teorier og evidens (Delen & Krajcik, 2015; McNeill, 2011). Når elever møter disse to konseptene, teori og evidens, kan de ha blant annet ha utfordring med å skille mellom dem (Kuhn, 2010), koble data til hypotesen eller påstanden som undersøkes (Chinn & Brewer, 1993; Klahr & Dunbar, 1988), å legge frem tilstrekkelig evidens for å støtte påstanden (McNeill & Krajcik, 2007), forsvare påstanden, og formulere begrunnelse for hvorfor deres data kan brukes som evidens til å støtte deres påstand (Osborne et al., 2016; Sandoval & Millwood, 2005). Det er likevel ingen betydelig forskjell på kvaliteten hos deltakernes resonnement når det kommer til å tolke data fra simuleringer kontra fysiske undersøkelser (Smetana & Bell, 2012).

Elever viser også at de har utfordringer når det gjelder å formulere resonnement eller slutninger, basert på valg av evidens i naturfaglige forklaringer. Resonnering inkluderer ofte naturvitenskapelige prinsipp, og danner de logiske slutningene som beskriver hvordan eller

hvorfor utvalgt evidens er med på å støtte ulike påstander. Flere studier peker på at klasseromsdiskusjoner ofte er preget av mye påstander, men derimot lite resonnering til å støtte disse påstandene (Jiménez-Aleixandre et al., 2000). Dette ser man spesielt i ungdomsskolen (Lizotte et al., 2003). Elever har lettere for å koble påstand og evidens, men bruker sjeldent de naturvitenskapelige prinsipper som ligger til grunn for disse koblingene.

I likhet med elevenes metodekunnskap, er innholdskunnskap en viktig kilde til å formulere gode resonnement. Tidligere studier (Metz, 2000) har påvist at elevenes forståelse av innholdskunnskap og naturfaglige praksiser er viktig for å gjennomføre utforskende aktiviteter. Hvis elever ikke forstår de naturfaglige prinsippene, har de ikke mulighet til å ta i bruk disse prinsippene gjennom utforskende aktiviteter, som å lage naturfaglige forklaringer. Likevel er ikke elevenes forståelse av innholdskunnskap nok til å formulere gode resonnement i naturfaglige forklaringer. For de aller fleste elever er dette en kompetanse som en må øve opp med eksplisitt veiledning (Osborne et al., 2004)

2.3 Problemløsning og naturfaglig forklaring i læreplanen

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

Grunnlaget for den nye læreplanen LK20 er basert på kompetanser som er regnet som viktige i det 21. århundre (Kunnskapsdepartementet, 2014). Skolen oppdateres for å holde følge med samfunnsutviklingen, og for å utdanne kritisk tenkende mennesker med ressurser og kompetanser som kan løse morgendagens problemstillinger. Teknologien vil med tiden overta rutinebaserte oppgaver, men arbeidsmarkedet og samfunnet vil fortsatt kreve mennesker med kompetanse innen kommunikasjon, fysiske oppgaver og problemløsning (Autor et al. 2003, Levy 2010, Frey og Osborne 2013, Griffin et al. 2012, OECD 2013b, OECD 2013d, Trilling og Fadel 2009 referert i Kunnskapsdepartementet, 2014).

Skolen tilpasses samfunnet, og det er Ludvigsen utvalget som dannet forarbeidet til denne planen. Utvalget knytter begreper som å utforske og skape til kritisk tenkning og problemløsning. Her trekkes det også inn tilhørende kompetanser, som evnen til å resonnerer og analysere, identifisere problemstillinger, bruke strategier, vurdere påstander, argumentere

med velbegrunnede kilder og bruke vitenskapelige metoder (Kunnskapsdepartementet, 2015).

I LK20 ble det innført kjerneelementer for å belyse de viktigste områdene for faget. Blant dem finner vi *Naturfaglige praksiser og tenkemåter* (NPT), som er det kjerneelementet med mest relevans knyttet til temaet for denne oppgaven.

I en artikkel av Haug et al., (2021) blir kjerneelementet NPT belyst gjennom tolkning og forståelse av den nye læreplanen, der målet er å skape et tolkningsfellesskap og en felles forståelse av den nye læreplanens hensikt. Dette har de gjort ved å analysere innholdet i de ulike delene i læreplanen for naturfag. Under beskrivelsen av kjerneelementet NPT finner de det litt utydelig hva kjerneelementet egentlig betyr i praksis og hvordan lærerne skal ta dette i bruk i undervisning. De finner også en kobling mot et av de tre tverrfaglige temaene, demokrati og medborgerskap. Der denne koblingen tolkes i retning av kritisk tenkning og naturfaglig allmenndannelse. Flere studier peker på at lærere trenger støtte i denne delen av undervisningsarbeidet (Capps et al., 2012; Van Driel et al., 2012), men beskrivelsen av kjerneelementet bidrar likevel ikke til denne støtten.

Videre analyserer Haug et al., (2021, s. 296) de fem grunnleggende ferdighetene som elevene skal utvikle gjennom arbeidet med faget. Her finner de flere beskrivelser som passer til NPT, spesielt ved ferdigheten å skrive. Under beskrivelsen av denne ferdigheten blir NPT beskrevet mer eksplisitt: «Å kunne skrive i naturfag er å formulere spørsmål og hypoteser og skrive naturfaglige forklaringer basert på evidens og kilder. Det innebærer også å beskrive observasjoner og erfaringer og å formulere og argumentere for synspunkter» (Kunnskapsdepartementet, 2020). Det er likevel ikke gitt at alle forstår denne sammenhengen.

Tabell 2

Oversikt over kompetansemål for naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter

Etter 7. trinn	Etter 10. trinn
Stille spørsmål og lage hypoteser om naturfaglige fenomener, identifisere variabler og samle data for å finne svar	Stille spørsmål og lage hypoteser om naturfaglige fenomener, identifisere avhengige og uavhengige variabler og samle data for å finne svar
Skille mellom observasjon og tolkning, organisere data, bruke årsak-virkning-argumenter, trekke slutninger, vurdere feilkilder og presentere funn	Analysere og bruke innsamlede data til å lage forklaringer, drøfte forklaringene i lys av relevant teori og vurdere kvaliteten på egne og andres utforskinger
Bruke og vurdere modeller som representerer fenomener man ikke kan observere direkte, og gjøre rede for hvorfor det brukes modeller i naturfag	Bruke og lage modeller for å forutsi eller beskrive naturfaglige prosesser og systemer og gjøre rede for modellenes styrker og begrensinger

Tabellen ovenfor sammenfatter kompetansemålene som hører til kjerneelementet NPT og viser samtidig til progresjonen mellom hovedsakelig 7. trinn og 10. trinn, som er begrensningen for denne oppgaven. Målene beskriver både naturfaglige praksiser og generell utforskning (Haug et al., 2021, s. 298). Dette henger sammen med problemløsning og naturfaglige forklaringer, som omhandler mange av de samme begrepene.

Kompetansemålene for 10. trinn er tydeligere rettet mot problemløsningskompetanse og komponentene som vi finner naturfaglige forklaringer.

2.4 PISA og oppgaveløsning i skolen

PISA (Programme for International Student Assessment) er en utbredt internasjonal undersøkelse av 15-åringers kompetanser i skolen. Målet er å analysere nivået på skoler i forskjellige land, hvorvidt de forbereder elevene til samfunnsdeltakende liv. I 2012 gjennomførte PISA en digital og interaktiv test med vekt på problemløsning. Hovedområdet i 2015 var naturfag, samtidig som undersøkelsen inneholdt andre fagområder som lesing og matematikk. Testen ble ikke basert på læreplaner fra aktuelle land, men derimot elevens evne til å ta i bruk kunnskap og erfaring i aktuelle og dagligdagse situasjoner. Oppgavene ble kategorisert etter problemtyper, prosess og kontekst, og elevene trengte ingen fagkunnskaper

for å kunne gjennomføre (Kjærnsli et al., 2014, s. 5–11). Undersøkelsen måler elevenes kompetanser, ferdigheter og kunnskaper i kjente kontekster som blir ansett som viktige i det senere liv (Utdanningsdirektoratet, 2020).

Ifølge PISA-resultatene fra 2012, ligger Norge omtrent på gjennomsnittet over OECDs målinger i problemløsningskompetanse (OECD, 2014). Det er likevel større spredning i resultatene for problemløsning enn for fagkunnskapen, og sammenlignet med OECD-gjennomsnittet er norske elever svake i å følge løsningsprosessen og å vurdere svar (Kjærnsli et al., 2014, s. 29).

2.4.1 “Scientific literacy” som rammeverk for PISA-undersøkelsen

«Scientific literacy» brukes, på samme linje som problemløsning, som et overordnet begrep av kompetanser elever skal tilegne seg gjennom ordinær skolegang. Begrepet handler om å overføre og utnytte tilegnede kunnskaper og ferdigheter i ulike situasjoner, ikke bare memorere og gjengi. I PISA 2015 defineres «scientific literacy» gjennom tre kompetanser: *forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte, vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser og tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte*. Alle tre kompetansene forutsetter kunnskap om naturvitenskapelige prosesser og fenomener, begreper og fakta. Det er også avhengig av kontekst og holdninger. Det blir altså presentert fire ulike aspekter for «scientific literacy» i PISA 2015: *kontekst, kunnskap, kompetanse og holdninger* (Kjærnsli & Jensen, 2016). Kunnskap- og kompetansebegrepene vil utdypes nærmere under. Begrepene kontekst og holdninger er ikke like viktig i denne sammenhengen, men har en betydning for oppbygningen av oppgavesettene i PISA. Oppgavesettene som blir presentert for elevene vil dekke problemområder som passer inn under ulike personale, nasjonale eller globale kontekster. Det er viktig å påpeke at PISA *ikke* undersøker elevens forståelse av disse kontekstene, men kunnskap og kompetanse i den gitte konteksten.

De tre kompetansene i «scientific literacy» blir her presentert og beskrevet:

Forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte

Naturvitenskapelig kunnskap har gitt oss en forståelse av hvordan livet rundt oss fungerer, og har vært viktig for teknologiske fremskritt. Vi vet at alt rundt oss er bygget opp av små atomer og molekyler, og at kroppen har interne funksjoner for å motvirke eksterne

påvirkninger. Denne kompetansen omhandler evnen til å kjenne igjen, vurdere og gi forklaringer på ulike naturvitenskapelige fenomener. Det innebærer å ta i bruk teorier, fakta og begreper, og samtidig utvise forståelse for hvor sikker denne kunnskapen er, og hvordan den er satt. Dette har tilknytning til begrepet «kritisk tenkning», som vi skal komme tilbake til i neste kapittel.

Vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser

Som en forlengelse av forrige punkt er det sentralt å kjenne til hvordan ny og pålitelig kunnskap frembringes. Innhente data, skape ideer og hypoteser i samarbeid med andre, gjøre målinger og kontrollere disse er noen eksempler på arbeidsmåter som inngår i naturvitenskapelige undersøkelser. Denne kompetansens anses nødvendig for å være kapabel til å kritisk vurdere vitenskapelige undersøkelser og funn. Det handler også om å sammenligne ny og tidligere kunnskap for å vurdere påvirkningen av resultater.

Tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte

Kompetansen handler om å tolke og presentere data og evidens. Å tolke data handler om å fremstille evidens på en oversiktlig måte gjennom tabeller eller diagrammer. Det handler også om å observere mønster eller tendenser som er av betydning. Bruk av analyseverktøy er også ansett som viktig. Tolkning er subjektivt, så data tolkes på forskjellige måter. Argumentasjon er derfor viktig, slik at påstander knyttes til funn i dataanalysen. Det innebærer å kritisk vurdere egne og andres funn, konklusjoner eller fortolkninger.

Inndelingen av naturfaglig kunnskap har endret seg etter gjennomføringene av PISA. Det startet med et samlet begrep, men utformet seg til tre former i PISA 2015. Disse tre formene vil nå bli presentert.

Innholdskunnskap

Innholdskunnskap definerer elevenes kunnskap i naturfag. Etablerte teorier, begreper og fakta definerer innholdet i naturfag. I PISA ble det lagt vekt på kriteriene, slik at de ulike naturfaglige temaene skulle knyttes opp mot reelle situasjoner, handle om viktige begreper og kjente teorier, og til slutt være tilpasset aldersnivået.

Metodekunnskap

Metodekunnskap handler om elevenes teoretiske og praktiske kjennskap til ulike metoder for å finne ny kunnskap, og hva som ligger i disse metodene. Det kan være å undersøke feilkilder, bruke og endre variabler, tolke data i tabeller eller grafer, og diskutere og presentere resultater. Det innebærer også elevens forståelse av at det ikke finnes en universell metode, og at ulike metoder tjener sin hensikt for det som undersøkes, og at ikke alle metoder er ufeilbarlige.

Epistemologisk kunnskap

Epistemologi er naturfagets kritiske blikk. Det innebærer kjennskap til begreper og modeller sin rolle i naturvitenskapen, og skillet mellom hypotese og teori. Argumentasjonen sin plass i sammenheng med kunnskapsutvikling. Metodekunnskap handler om hvordan å finne ny kunnskap, men epistemologisk kunnskap omhandler hvorfor. Det omhandler også hvordan denne kunnskapen kan brukes i møte med globale og nasjonale utfordringer.

2.4.2 Prestasjonsnivåer i PISA

I tabellen nedenfor er OECD sin tolkning av prestasjonsnivåer og beskrivelse av kunnskaper og kompetanser elever på disse nivåene behersker (Kjærnsli & Jensen, 2015).

Tabell 3

OECD's rammeverk for PISA 2015

Nivå	Hva elever typisk kan på hvert nivå
6	<ul style="list-style-type: none"> - Bruke mange ulike naturvitenskapelige teorier og begreper fra fysikk, kjemi, biologi, geologi og astronomi, og bruke innholdskunnskap, metodekunnskap og epistemologisk kunnskap til å lage hypoteser som kan forklare nye naturvitenskapelige fenomener, hendelser eller prosesser, eller til å lage prediksjoner. - Skille mellom relevant og irrelevant informasjon og trekke på kunnskap utenom det vanlige pensumet i skolefaget når de tolker data. - Skille mellom argumenter som er basert på naturvitenskapelig evidens og teori, og argumenter som er basert på andre grunnlag.

-
- Vurdere ulike alternative design på komplekse eksperimenter, feltundersøkelser eller simuleringer og argumentere for hvilket alternativ som egner seg best.
- 5**
- Bruke abstrakte naturvitenskapelige teorier og begreper for å forklare ukjente (og mer) komplekse fenomener, hendelser og prosesser som inneholder flere årsakssammenhenger.
 - Bruke avansert epistemologisk kunnskap til å vurdere alternative utforminger av eksperimenter og begrunne sine valg.
 - Bruke teoretisk kunnskap til å tolke informasjon eller lage prediksjoner.
 - Vurdere ulike metoder for å utforske et gitt spørsmål på en naturvitenskapelig måte og finne begrensninger i tolkning av data, inkludert kilder til og effekten av usikkerhet i vitenskapelige data.
- 4**
- Bruke kompleks eller abstrakt innholdskunnskap, som enten er gitt i oppgaven eller hentet fram fra hukommelsen, for å konstruere forklaringer på komplekse eller mindre kjente hendelser og prosesser.
 - Gjennomføre eksperimenter som har to eller flere uavhengige variabler i en avgrenset kontekst.
 - Begrunne utformingen av et eksperiment ved å bruke elementer fra metodekunnskap og epistemologisk kunnskap.
 - Tolke data fra et datasett med middels grad av kompleksitet eller fra delvis ukjente kontekster. De kan også trekke riktige konklusjoner som går utover dataene og begrunne sine valg.
- 3**
- Bruke middels kompleks innholdskunnskap til å finne eller konstruere forklaringer på kjente fenomener.
 - Konstruere forklaringer ved hjelp av relevante stikkord eller støtte, i mindre kjente eller litt komplekse situasjoner.
 - Bruke elementer av metodekunnskap eller epistemologisk kunnskap til å gjennomføre enkle eksperimenter i en begrenset kontekst.
 - Skille mellom vitenskapelige og ikke-vitenskapelige problemstillinger og finne evidens som støtter en naturvitenskapelig påstand.
- 2**
- Bruke hverdagslig innholdskunnskap og enkel metodekunnskap til å finne en riktig naturvitenskapelig forklaring, tolke data og identifisere spørsmålet i et enkelt eksperiment.
 - Bruke enkel eller hverdagslig naturvitenskapelig kunnskap til å identifisere en gyldig konklusjon fra et enkelt datasett.

-
- Demonstrere enkel epistemologisk kunnskap ved å være i stand til å identifisere spørsmål som kan undersøkes på en naturvitenskapelig måte.

- 1A**
 - Bruke elementær eller hverdagslig innholdskunnskap og metodekunnskap til å gjenkjenne forklaringer på enkle naturvitenskapelige fenomener.
 - Gjøre naturvitenskapelige undersøkelser med inntil to variabler med hjelp fra teksten.
 - Identifisere enkle årsakssammenhenger eller korrelasjoner og tolke grafiske og visuelle data med et lavt nivå av kompleksitet.
 - Velge den beste naturvitenskapelige forklaringen på data som er gitt i en kjent personlig, lokal eller global kontekst.
 - 1B**
 - Bruke enkel eller hverdagslig naturvitenskapelig kunnskap til å gjenkjenne aspekter av kjente eller enkle fenomener.
 - Identifisere enkle mønstre i data, gjenkjenne enkle naturvitenskapelige begreper og følge eksplisitte instruksjoner for å gjennomføre en naturvitenskapelig prosedyre.
-

Det ble utviklet flere lettere oppgaver til PISA 2015 for å øke kvaliteten på resultatene for lavt presterende land. I tillegg ble det også lagt til et nytt nivå i tabellen, nemlig 1b, der 1a tilsvarer det gamle nivået 1. Nivå 2 blir regnet som nivågrensen for hvilke kompetanser og ferdigheter elever bør beherske, og som de kan ta i bruk ved senere utdanning, yrkesliv eller situasjoner som avhenger av denne kunnskapen. Norge ligger over gjennomsnittet for land tilknyttet OECD, men har likevel mange elever som ligger på nivå 2 eller lavere. Utviklingen fra 2006 til 2015 viser at Norge har færre elever under Nivå 2, men denne fremgangen er likevel ikke statistisk signifikant med tanke på standardfeil.

2.4.3 Forskning om problemløsning og naturfaglige forklaringer i PISA

Det er gjort forskning i å undersøke loggdata for å undersøke elevers kompetanse i vitenskapelig forklaring. Under en web-konferanse høsten 2021 diskuterte Nani Teig og Fredrik Jensen resultatene av denne undersøkelsen (Teig & Jensen, 2021). All loggdataen fra oppgavesettet *Løping i varmt vær* under PISA-studien i 2015 ble analysert. 300 elever deltok i undersøkelsen, der 81 av disse fikk oppgavesettet som nevnt over. Resultatene ble hentet ut ved å konvertere loggdataen til mer eksplisitt data. Der kunne relevante variabler identifiseres og kodes. Både handlingssekvenser, som klikk og bevegelser, samt atferdsindikatorer, som tidsbruk og antall handlinger, ble inkludert.

Et rammeverk for vitenskapelige forklaringer ble brukt for å definere oppgavene i henholdsvis basis, moderat og komplekst nivå. Rammeverket deler disse tre nivåene inn under de tre komponentene for naturfaglige forklaringer: *påstand*, *evidens* og *resonnement*. *Resonnement* blir igjen fordelt på generell og spesifikk, der spesifikk omhandler naturfaglig kunnskap, som vitenskapelige ideer, lover og teorier. Oppgavesettet blir så koblet til de ulike nivåene for naturfaglige forklaringer.

Her presenteres eksempelet på en enkel oppgave som tilsvarer nivået for basis forståelse innen naturfaglige forklaringer. Elevene blir bedt om å identifisere korrekt påstand og evidens for dette. For å velge seg ut riktig påstand, må elevene gjennomføre en simulering. Likevel vil ikke simulering og evidens bli tatt høyde for i resultatet for denne oppgaven. Basis forståelse innebærer at elevene kan lete i små sett med data som er begrenset og tilpasset oppgavens formål. De fleste elevene nådde basis forståelse ved å velge korrekt påstand og evidens. Andre elever kjørte simuleringer med riktige variabler og valgte riktig påstand, men svarte feil på evidens.

Her presenteres eksempelet på en middels oppgave som tilsvarer nivået for moderat forståelse innen naturfaglige forklaringer. Her blir elevene bedt om å identifisere og beskrive fenomenet. Elevene må gjennomføre minst to simuleringer, og lete gjennom et lite sett med data som er tilpasset oppgavens spørsmålsstilling. Ved moderat forståelse må også elevene kunne gi korte begrunnelser basert på datasettene, og se dette i sammenheng med fenomenet. Under halvparten av elevene nådde moderat forståelse ved å velge korrekt påstand, velge evidens til å støtte påstand og formulere en forklaring til dette. Den største halvparten av elevene formulerte ikke en forklaring, men valgte korrekt påstand, og noen tilfeller valgte riktig datasett.

Her presenteres eksempelet på en krevende oppgaven, som tilsvarer komplekst nivå innen naturfaglige forklaringer. Elevene blir her nødt til å abstrahere fenomenet som er gitt, grunnet flere variabler som ikke nødvendigvis korrelerer med hverandre. Deler av oppgaven tilsvarer basis og moderat nivå ved at elevene kun trenger å identifisere små sett med data, men denne dataen kan være enten tilpasset eller urelatert til oppgaven. Forklaringsenheten utfordrer elevene til å bruke naturvitenskapelig kunnskap til å forklare fenomenet eller ved å sammenligne datasettene med fenomenet. Omtrent en femtedel av elevene nådde det høyeste nivået for naturfaglige forklaringer ved å velge korrekt påstand, evidens og formulere en

korrekt forklaring til dette. Av de resterende elevene var det ingen som formulerte en forklaring, og de fleste valgte korrekt påstand og noen tilfeller valgte korrekt evidens.

Denne studien undersøkte mange elever sin oppgaveløsning, og regnes som kvantitativ data. Den viser oss hvor mange elever som befinner seg på de ulike nivåene av forståelse for naturfaglige forklaringer. Svakheten med studien er at den ikke går i dybden. Den viser ikke elevens bakgrunnen for valg og strategier. Vi får heller ikke kjennskap til påvirkningsfaktorer som kan ha spilt inn hos elevene. Min studie vil derfor forsøke å belyse disse komponentene, og forklare hva, hvordan og hvorfor. Denne undersøkelsen vil ikke kunne gi en beskrivelse av samtlige elever i den norske skolen, men vil kunne tegne et mønster for hvilke kompetansenivå elever befinner seg på når det gjelder problemløsning og naturfaglige forklaringer.

3 Metode

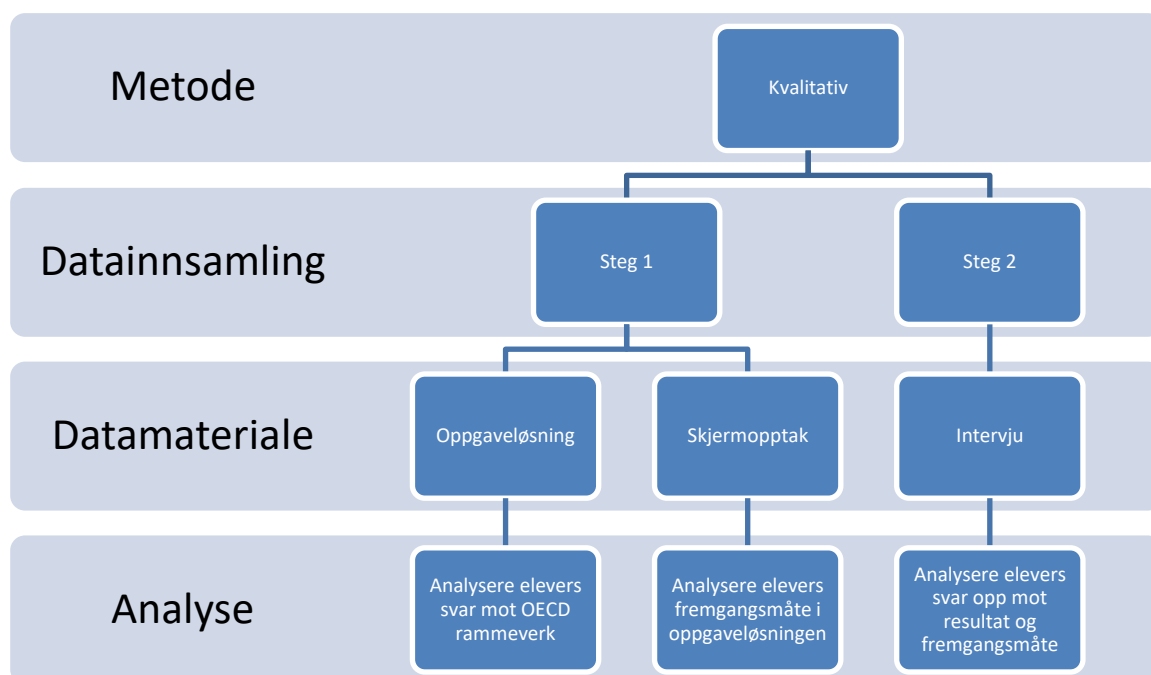
Gjennom dette kapitlet vil jeg presentere metoden som ble brukt for å undersøke problemområdet. PISA-oppgavene som elevene gjennomførte, vil bli presentert i sin helhet. Utvalget av elever og begrunnelsen for dette valget vil også blir lagt frem. Samtidig vil jeg presentere rammeverket for analysen av både transkripsjoner og skjermopptak fra datainnsamlingen, samt etiske overveielser som ligger til grunn for gjennomføringen.

3.1 Kvalitativ metode

Forskningsdesignet for denne studien er valgt ut ifra studiens omfang og hensikt. Det legger til rette for en kvalitativ casestudie innenfor et fenomenologisk perspektiv. Der hensikten er å undersøke og kartlegge elevenes kognitive handlinger og prosesser i møte med kompliserte oppgaver som krever evne til oppgaveløsning og kunnskap om naturfaglige forklaringer. Studien som er gjennomført er ment å analysere prosesser hos elever i bestemt kontekst med et sett bestemte oppgaver. Målet med dette er å prøve å forstå kognitive prosesser i en aktuell kontekst (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 63–73).

Casestudie er en forskningstilnærming som passer godt til spørsmål som rettes mot *hvordan* eller *hvorfor*, og egner seg svært godt til mixed methods eller triangulering selv om dette ikke er utgangspunktet for denne oppgaven. Her er fokuset rettet mot det kvalitative datamaterialet med mål om å forstå hvordan og hvorfor elever gjør som de gjør. Barn og ungdom bruker til daglig egen empiri for å rette seg inn etter de normer og regler som gjelder. Gjennom opplevelser og erfaringer av enkelttilfeller vil de bruke disse erfaringene til å lære frem til de møter nye eller lignende tilfeller (Krogtoft & Sjøvoll, 2018)

For å undersøke elevens ferdigheter og forståelse av begreper som omhandler problemløsning valgte jeg å ta i bruk et kvalitativt design. Dette ble gjort i to steg: Det første steget er skjermopptak av oppgaveløsning og er relativt ny sett i sammenheng med klasseromsforskning. Dette ble gjort for å kunne se gjennom oppgaveløsningen i ettertid for å gjøre analysearbeidet lettere. Det andre steget er et tradisjonelt kvalitativt intervju med lydopptak, som ble gjort for å undersøke elevenes erfaringer, meninger og holdninger til temaet og oppgaveløsningen. Metoden er blitt forsøkt presentert i figuren under.



Figur 1 Oversikt over metoden

3.2 Skjermopptak og intervju

For å svare på forskningsspørsmålene knyttet opp mot problemområde ble det gjennomført individuelle observasjoner med skjermopptak av fire ulike elever som arbeidet med et oppgavesett fra PISA 2015. Skjermopptak kan betraktes som en moderne metode innenfor forskning, og er et veldig nyttig verktøy som skaper detaljerte bilder av deltakernes handlinger og interaksjoner på en datamaskin (Rodrick Beiler et al., 2021). Opptakene er også med på å styrke forståelsen og troverdigheten for oppgaven, ved at videoene kan bli observert gjentatte

Observasjonene ble gjort i et lukket rom uten distraksjoner der min rolle var, som Savin-Baden og Major (2012) beskriver, perifer observatør-som-deltaker. Med dette var det jeg som forsker som la til rette for at elevene kunne gjennomføre oppgaveløsningen etter hensikten som var tiltenkt. Samtidig når elevene begynte oppgaveløsningen fulgte jeg med på handlingene som ble gjort gjennom skjermopptaket, slik at det ble opprettholdt en form for distanse og dermed minst mulig påvirkning. I tillegg ga jeg uttrykk for at jeg ikke hadde anledning til å bistå under oppgaveløsningen, men til gjengjeld fikk alle elevene adekvat informasjon om hvordan programmet skulle brukes og hvordan de skulle navigere seg gjennom oppgavesettene. Oppgaveløsningen hadde en tidsbegrensning på 20 minutter, men

alle elevene gjennomførte likevel innenfor normert tid. Skjermopptaket ble gjort gjennom å opprette et videomøte mellom to privateide enheter i videokonferanseapplikasjonen *Zoom*. Etter gjennomføring ble videomøtet avsluttet og skjermopptaket lagret.

Umiddelbart etter oppgaveløsningen ble intervjuet satt i gang. Store deler av intervjuet baserte seg på spørsmål knyttet til oppgaveløsningen og temaer i tilknytning til dette. Det var derfor imperativt å sette i gang intervjuet med oppgaveløsningen ferskt i minnet. Målet er å innhente en direkte beskrivelse av elevenes erfaring, som kan bidra til å belyse problemområdet fra et dypere hold (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 118). Det finnes ulike former for å gjennomføre et intervju, men den intervjuformen som passet best til dette formålet er, ifølge Postholm og Jacobsen (2018, s. 121), semistrukturert intervju. Et semistrukturert intervju har ofte en plan for spørsmål og tema, men tar også høyde for at informanten kan komme med innspill eller temaer utenfor den opprinnelige planen. Dette kan føre til at videre spørsmål blir improvisert og at det avdekkes andre forhold som forskeren ikke allerede var klar over. Intervjuguiden ble da bygget opp slik at den inneholdt 15 spørsmål fordelt på fire hovedtemaer. Noen spørsmål ble lagt mer vekt på enn andre, og ikke alle spørsmålene ble stilt under hvert intervju. Det ble gjort forbehold om dette underveis i intervjuene, avhengig av hvordan intervjuobjektene responderte.

3.3 Bakgrunn for oppgaveløsningen

Oppgavesettene er hentet fra den frigitte PISA-undersøkelsen fra 2015. Jeg valgte å bruke et oppgavesett fra den frigitte PISA-undersøkelsen fra 2015. En av grunnene til dette var at denne var lett tilgjengelig, men likevel kvalitetssikret. Naturfagsdelen er basert på et bearbeidet rammeverk for «scientific literacy», og er utviklet anerkjente forskere og fagdidaktikere (Kjærnsli & Jensen, 2015, s. 32).

«Løping i varmt vær» er oppgavesettet som ble brukt under datainnsamlingen, og tar for seg påvirkninger på kroppen under løping i varmt vær. Oppgaveenhetene består av tekst, interaktive enheter og oppgaver knyttet til det samme temaet. Igjennom oppgavesettet skal elevene få simulere ulike faktorer ved hjelp av glidebryterne. Modellen beregner svettemengde, væsketap og kroppstemperatur etter en times løping. Når simuleringen blir kjørt vil dataen automatisk fylles inn i den gule tabellen. Hver oppgave gir føringer for hvilke faktorer som skal endres og hvilke som skal holdes konstant. Elevene har også

mulighet til å kjøre så mange simuleringer de ønsker, men kan kun benytte to rader med data for å støtte svaret sitt. Alle oppgavene har flervalg, der noen oppgaver kun har to alternativer, mens andre har opptil fem. Noen oppgaver er også utformet slik at elevene kan skrive en forklaring som støtter svaret. Hver oppgave blir presentert her videre.

Introduksjonsside

Beskrivelse av introduksjonssiden i PISA 2015 «Løping i varmt vær».

PISA 2015

Løping i varmt vær
Innledning

Denne simuleringen er basert på en modell som beregner svettmengde, væsketap og kroppstemperatur til en løper som har løpt i én time.

Følg disse trinnene for å se hvordan simuleringen fungerer:

1. Flytt glidebryteren for **Lufttemperatur**.
2. Flytt glidebryteren for **Luftfuktighet**.
3. Klikk på enten "Ja" eller "Nei" for **Driker vann**.
4. Klikk på "Kjør"-knappen for å se resultatene. Merk at et væsketap på 2 % eller mer fører til dehydrering, og at en kroppstemperatur på 40 °C eller mer fører til hetslag. Resultatene vil også bli vist i tabellen.

Merk: Resultatene som vises i simuleringen, er basert på en forenklet matematisk modell for hvordan kroppen fungerer når en bestemt person har løpt i én time under ulike forhold.

Svette-mengde (liter): 0, 1, 2, 3

Væsketap (%): 0, 1, 2, 3, 4, 5

Kroppstemperatur (°C): 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Lufttemperatur (°C): 20, 25, 30, 35, 40

Luftfuktighet (%): 20, 40, 60

Driker vann: Ja Nei

Kjør

Lufttemperatur (°C)	Luftfuktighet (%)	Driker vann	Svettmengde (liter)	Væsketap (%)	Kroppstemperatur (°C)

Figur 2 Introduksjonsside fra settet "Løping i varmt vær", hentet fra Kjærnsli og Jensen (2016)

Introduksjonssiden består av en øvingsoppgave, som tillater elevene å teste ut simuleringsfunksjonen ved å endre på variablene. De får også informasjon om hvordan de velger ut rader, og hvordan de kan fjernes fra tabellen. De har også mulighet til å benytte hjelpefanen underveis i oppgaveenheten, ved å holde musepekeren over «Hvordan kjøre simuleringen» øverst i oppgaveteksten.

Oppgave 1

Beskrivelse av oppgave 1 i PISA 2015 «Løping i varmt vær».

PISA 2015

Løping i varmt vær

Spørsmål 1 / 6

► Hvordan kjøre simuleringen

Bruk informasjonen nedenfor, og kjør simuleringen for å få fram data. Svar på spørsmålet ved å velge fra nedtrekksmenyene.

En person løper i én time på en varm, tørr dag (lufttemperatur 40 °C, luftfuktighet på 20 %). Løperen drikker ikke noe vann.

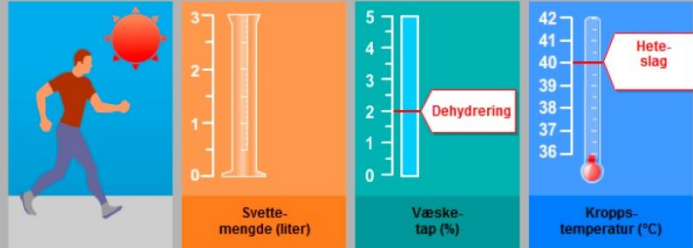
Hvilken helsefare utsettes løperen for ved å løpe under disse forholdene?

Helsefaren løperen utsettes for, er

Velg

Dette ser vi på løperens etter én times løpetur.

Velg



Svette-
mengde (liter)

Væske-
tap (%)

Kropp-
temperatur (°C)

Hete-
slag

Dehydrering

Lufttemperatur (°C) 20 25 30 35 40

Luftfuktighet (%) 20 40 60

Drikker vann Ja Nei

Kjør

Lufttemperatur (°C)	Luftfuktighet (%)	Drikker vann	Svettemengde (liter)	Væsketap (%)	Kroppstemperatur (°C)

Figur 3 Oppgave 1 fra settet "Løping i varmt vær", hentet fra Kjærnsli og Jensen (2016)

Oppgave 1 krever at elevene kjører en simulering og bruker dataen fra denne simuleringen til å gi en påstand og begrunne den. Ved korrekte verdier i simuleringen vil modellen gi uttrykk for dehydrering, som kan leses av på løperens væsketap. Denne oppgaven defineres som en enkel prosedyre, som krever at elevene leser og plotter inn de gitte verdiene, og deretter tolker resultat i tabellen eller modellen.

Oppgaven er kategorisert som en kompleks flervalgsoppgave. Den stiller krav til kompetanser som å tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte. Konteksten er satt til et personlig miljø innenfor temaet helse og sykdom. Vanskelighetsgraden er definert som nivå 3 og er den enkleste av de fem oppgaveenheterne.

Oppgave 2

Beskrivelse av oppgave 2 i PISA 2015 «Løping i varmt vær».

PISA 2015

Løping i varmt vær

Spørsmål 2 / 6

► Hvordan kjøre simuleringen

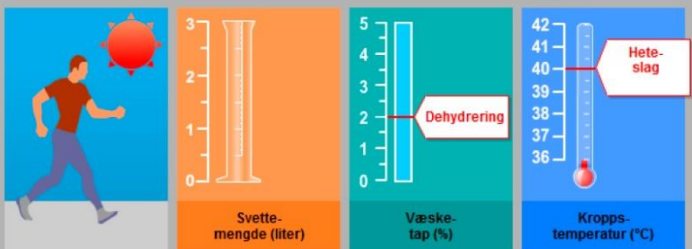
Bruk informasjonen nedenfor, og kjør simuleringen for å få fram data. Svar på spørsmålet ved å klikke på et av alternativene, og velg deretter data i tabellen.

En person løper i én time på en varm og fuktig dag (lufttemperatur 35 °C, luftfuktighet på 60 %) uten å drikke noe vann. Denne løperen risikerer både dehydrering og heteslag.

Hvordan ville løperens risiko for dehydrering og heteslag bli påvirket dersom han drikker vann under løpet?

- Å drikke vann reduserer risikoen for heteslag, men ikke for dehydrering.
- Å drikke vann reduserer risikoen for dehydrering, men ikke for heteslag.
- Å drikke vann reduserer risikoen for både heteslag og dehydrering.
- Å drikke vann reduserer ikke risikoen for verken heteslag eller dehydrering.

★ Velg to rader med data i tabellen for å støtte svaret ditt.



Lufttemperatur (°C)

Luftfuktighet (%)

Drikker vann Ja Nei

Kjør

Lufttemperatur (°C)	Luftfuktighet (%)	Drikker vann	Svette- mengde (liter)	Væske- tap (%)	Kroppstemp- eratur (°C)

Figur 4 Oppgave 2 fra settet "Løping i varmt vær", hentet fra Kjærnsli og Jensen (2016)

Oppgave 2 ber elevene om å sette inn verdier for lufttemperatur og luftfuktighet, og variere om løperen inntar vann. Basert på at elevene plotter inn riktige verdier og justerer inntak av vann mellom to simuleringer, vil det bekreftes at løperen risikerer både heteslag og dehydrering uten inntak av vann, men at løperen vil redusere risikoen for dehydrering ved inntak av vann. Denne oppgaven krever at elevene kjører og sammenligner to simuleringer der den ene variabelen blir manipulert. Kriteriene for riktig svar er å velge påstand 2 og to korrekte rader med data i tabellen. Delvis riktig svar krever kun riktig valg av påstand.

Oppgave 2 er kategorisert som en åpen flervalgsoppgave. Den stiller krav til kompetanser som å tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte. Konteksten er satt til et personlig miljø innenfor temaet helse og sykdom. Vanskelighetsgraden er definert som nivå 4 og er en av de mer utfordrende oppgavene i oppgaveenhetene.

Oppgave 3

Beskrivelse av oppgave 3 i PISA 2015 «Løping i varmt vær».

PISA 2015

Løping i varmt vær
Spørsmål 3 / 6

► **Hvordan kjøre simuleringen**


Bruk informasjonen nedenfor, og kjør simuleringen for å få fram data. Svar på spørsmålet ved å klikke på et av alternativene. Velg deretter data i tabellen, og skriv en begrunnelse for svaret ditt.

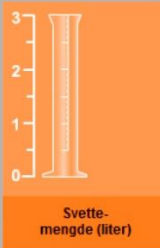
Hvordan påvirkes svettemengden etter en times løping når lufttemperaturen øker og luftfuktigheten er 60 %?

Svettemengden øker
 Svettemengden minker


★ Velg to rader med data i tabellen for å støtte svaret ditt.

Hva er den biologiske årsaken til dette?






Svette-mengde (liter)



Væsketap (%)



Kroppstemperatur (°C)

Lufttemperatur (°C) 20 25 30 35 40

Luftfuktighet (%) 20 40 60

Drikker vann Ja Nei

Kjør

Lufttemperatur (°C)	Luftfuktighet (%)	Drikker vann	Svettemengde (liter)	Væsketap (%)	Kroppstemperatur (°C)

Figur 5 Oppgave 3 fra settet "Løping i varmt vær", hentet fra Kjærnsli og Jensen (2016)

Oppgave 3 har to deler. Først må elevene gjøre minst to simuleringer der variabelen for lufttemperatur økes for hver gang, men variabelen for luftfuktighet og inntak av vann skal holdes konstant. Kriteriene for riktig svar er å velge korrekt påstand og to rader med data som støtter påstanden. Den neste delen krever at elevene formulerer en begrunnelse av påstanden i første delen. Det forutsetter at elevene tar i bruk kunnskaper innenfor temaet biologi til å forklare de biologiske årsakene.

Oppgave 3 har to deler, der den første delen er kategorisert som en åpen flervalgsoppgave. Den stiller krav til kompetanser som å vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser. Konteksten er satt til et personlig miljø innenfor temaet helse og sykdom. Vanskelighetsgraden er definert som nivå 3 og er en av de enklere oppgavene i oppgaveenhetene. Den andre delen er kategorisert som en åpen oppgave. Den stiller krav til

kompetanse som å forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte. Konteksten er fortsatt satt til et personlig miljø innenfor temaet helse og sykdom. Vanskelighetsgraden er definert som nivå 5 og er dermed den mest krevende oppgaven i oppgaveenheten.

Oppgave 4

Beskrivelse av oppgave 4 i PISA 2015 «Løping i varmt vær».

Løping i varmt vær
Spørsmål 4 / 6

Hvordan kjøre simuleringen

Bruk informasjonen nedenfor, og kjør simuleringen for å få fram data. Svar på spørsmålet ved å klikke på et av alternativene. Velg deretter data i tabellen, og skriv en begrunnelse for svaret ditt.

Ifølge simuleringen, hva er den høyeste lufttemperaturen en person kan løpe i uten å få hetslag, når luftfuktigheten er 40 % og personen løper i én time?

20 °C
 25 °C
 30 °C
 35 °C
 40 °C

★ Velg to rader med data i tabellen for å støtte svaret ditt.

Forklar hvordan disse dataene støtter svaret ditt.

Lufttemperatur (°C) 20 25 30 35 40
Luftfuktighet (%) 20 40 60
Drikker vann Ja Nei

Kjør

Lufttemperatur (°C)	Luftfuktighet (%)	Drikker vann	Svettemengde (liter)	Væsketap (%)	Kroppstemperatur (°C)

Figur 6 Oppgave 4 fra settet "Løping i varmt vær", hentet fra Kjærnsli og Jensen (2016)

I oppgave 4 kreves det at elevene justerer variabelen for lufttemperatur, men holder variabelen for luftfuktighet konstant. Kriteriet for riktig svar er å velge korrekt påstand, to rader med data som støtter påstanden, og en forklaring som beskriver dataen. Delvis riktig svar krever minst to av kriteriene nevnt ovenfor.

Oppgave 4 er kategorisert som en åpen oppgave. Den stiller krav til kompetanse som å vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser. Konteksten er satt til et personlig miljø innenfor temaet helse og sykdom. Vanskelighetsgraden er definert som nivå 4 og er en av de mer utfordrende oppgavene i oppgaveenhetene.

Oppgave 5

Beskrivelse av oppgave 4 i PISA 2015 «Løping i varmt vær».

PISA 2015

Løping i varmt vær

Spørsmål 5 / 6

Hvordan kjøre simuleringen

Bruk informasjonen nedenfor, og kjør simuleringen for å få fram data. Svar på spørsmålet ved å klikke på et av alternativene. Velg deretter data i tabellen, og skriv en begrunnelse for svaret ditt.

Simuleringen lar deg velge 20 %, 40 % eller 60 % luftfuktighet.

Er det farlig eller ufarlig å løpe når luftfuktigheten er 50 % og lufttemperaturen er 40 °C, og du samtidig drikker vann?

Ufarlig
 Farlig

★ Velg to rader med data i tabellen for å støtte svaret ditt.

Forklar hvordan disse dataene støtter svaret ditt.

Lufttemperatur (°C) 20 25 30 35 40
Luftfuktighet (%) 20 40 60
Drikker vann Ja Nei

Kjør

Lufttemperatur (°C)	Luftfuktighet (%)	Drikker vann	Svettemengde (liter)	Væsketap (%)	Kroppstemperatur (°C)

Figur 7 Oppgave 5 fra settet "Løping i varmt vær", hentet fra Kjærnsli og Jensen (2016)

Oppgave 5 utfordrer elevene evne til å tolke og lage hypoteser. Simuleringen lar elevene kun velge 20%, 40% eller 60%, så elevene må selv tolke svaret ut ifra dataen som blir presentert. Kriteriene for riktig svar er at elevene velger korrekt påstand, velger to rader med data som støtter påstanden, og forklarer hvordan disse dataene støtter påstanden. Delvis riktig svar krever at elevene har krysset av på riktig påstand, og enten valgt to rader med data eller skrevet en forklaring.

Oppgave 5 er kategorisert som en åpen oppgave. Den stiller krav til kompetanser som å vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser. Konteksten er satt til et personlig miljø innenfor temaet helse og sykdom. Vanskelighetsgraden er definert som nivå 4 og er en av de mer utfordrende oppgavene i oppgaveenhetene.

3.4 Utvalg

Infoskriv og deltakerskjema ble sendt ut til skolen som viste interesse. Jeg valgte å gjøre en utvelgning ved selvseleksjon, som vil si at alle som meldte seg villig til å delta fikk muligheten til å være med (Aanesen, 2020). Av hensyn til oppgavens omfang valgte jeg å begrense antall intervjuobjekter til mellom tre og fem, og endte med fire elever som deltok i forskningsprosjektet. Fire elever, á to jenter og to gutter, fra et 8. trinn på en ungdomsskole i Innlandet. Begge guttene og en av jentene tilhørte en klasse som ble definert med lavt læringspotensial, og det ble ikke satt overordnede kriterier eller forutsetninger for å delta. Den andre jenta tilhørte en klasse som ble beskrevet til høyt læringspotensial, og her ble det satt kriterier for hvem som kunne delta. Det forutsatt at eleven fra klassen med høyt læringspotensial var en elev som mestret naturfag og som viste interesse i faget. Målet var å samle inn erfaringer fra elever med både høyt og lavt læringspotensial av elever i 8. trinn. I denne sammenhengen blir læringspotensial brukt for å beskrive elevenes evner og ferdigheter. For å holde elevene anonyme har jeg gitt dem falske navn. Tre av elevene tilhører en klasse med elever som blir beskrevet med lavt læringspotensial, disse elevene har henholdsvis blitt kalt for Anders, Aksel og Bente. En av elevene tilhører en klasse med elever som blir beskrevet med høyt læringspotensial, denne eleven har fått navnet Bea. Utvalget spiller en faktor i datainnsamlingen da PISA-undersøkelsen sin målgruppe er 15 åringer, som tilhører henholdsvis 10. klasse. Mitt utvalg er 13 åringer, og ligger da naturligvis ikke på nivået til elever som er to år eldre. Likevel er mye likheter mellom kompetansemålene knyttet til kunnskap og ferdigheter mellom de to trinnene. Det er da interessant å sammenligne og analysere likhetene og ulikhetene av resultatene mellom disse trinnene.

3.5 Analyse av data

Lydopptaket fra intervjuet ble transkribert ved det som kalles intelligent verbatim stil (Semantix, u.å.). Det vil si at transkriberingen er gjort slik at den ikke inneholder pauser, lydord eller andre lyder. Likevel er transkriberingen gjort ordrett, og har ikke mistet sin pålitelighet. Bakgrunnen for dette valget ble gjort for å skape en lettlest transkripsjon av samtalen, som vil gi en bedre leservennlighet igjennom resultatdelen. Hovedfokuset er utsagnene til elevene, derfor er dette da vektlagt.

Skjermopptakene av hver elev ble også transkribert til tekst, slik at analysearbeidet skulle gå lettere. For å hjelpe til analysen lagde jeg to analytiske rammeverk, et basert på vitenskapelige forklaringer og et basert på problemløsning. Nedenfor er tabellen som definerer ulik grad av forståelse innenfor naturfaglige forklaringer. Tabellen er hentet, oversatt og tilpasset fra Teig og Jensens (2021) undersøkelse.

Tabell 4

Komponentforståelse for naturfaglige forklaringer

Komponenter	Basis	Moderat	Kompleks
Påstand	Bekrefter fenomenet. En eller få variabler med enkelt mønster. Kan lett knyttes til erfaringer.	Abstraherer og forklarer fenomenet ved å skille ut avvikende detaljer. Flere variabler med komplekst mønster. Vanskeligere å knytte til erfaringer.	
Evidens/Data	Kan tolke evidens fra et lite sett med data.	Kan tolke evidens fra et større sett med data.	Kan tolke og definere ulike sett med data.
	Datasettet er tilpasset.	Datasettet er blandet.	Datasettet er ikke gitt eksplisitt.
	Direkte innplotting.	Observerer, og velger ut data.	Indirekte datavalg og observasjoner.
Resonnement			
Generell	Enkel logisk resonnering. Kobling mellom oppgavetekst og variabler.	Dypere logisk resonnering. Kobler forkunnskaper til fenomenet.	Logiske slutninger basert på variabler og forståelse.
Spesifikk	Tar i bruk naturfaglig kunnskap med utgangspunkt i oppgaveteksten	Tar i bruk naturfaglig kunnskap med utgangspunkt i data/evidens	Analysere og begrunner faglig på tvers av data og teori.

Tabellen nedenfor er basert på PISA sin definisjon (Kjærnsli & Jensen, 2015, s. 44) av gradene for kognitiv utfordring og kompleksitet.

Tabell 5*Grad av kognitiv utfordring og kompleksitet*

Komponenter	Lav	Middels	Høy
Handling	Ett steg	To eller flere	Flere steg
Kunnskap	Gjengi/Identifisere	Bruke	Analysere
Kognitiv	Logiske koblinger	Tolke	Resonnere/Sammenfatte

3.6 Validitet og reliabilitet

Metoden i denne studien har som hensikt å undersøke elevers kompetanse og forståelse av temaene problemløsning og naturfaglige forklaringer. Kvaliteten og styrken i oppgaven blir styrt av to forhold som en må ta hensyn til, nemlig validitet og reliabilitet. Validitet handler om begrensningene knyttet til forskningen, og reliabilitet handler om hvordan jeg som forsker kan ha påvirket resultatene (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 222).

Denne forskningen baserte seg på fire elever på en bestemt skole, og i det tilfellet vil denne typen studie være knyttet til en bestemt kontekst. Den har derfor en sterk intern validitet, og kan være vanskelig å overføre til andre sammenhenger. På den andre siden kan overføringsverdien styrkes ved å gjennomføre lignende studie i andre klasser eller i andre skoler for å sammenligne resultatene. Om resultatene skulle bli like, vil dette øke den eksterne validiteten. Det fenomenologiske perspektivet knyttes opp mot interessen av å undersøke erfaringer og tanker om problemløsning.

Reliabilitet sier noe om oppgavens nøyaktighet. Høy reliabilitet betyr at andre kan gjennomføre samme metode, og få nøyaktig det samme resultatet (Krogtoft & Sjøvoll, 2018, s. 99). En kvalitativ studie som denne vil være vanskeligere å kopiere fordi deltakere har med seg ulike oppfatninger og erfaringer, og forskerens subjektivitet vil alltid kunne påvirke forskningen. Reliabiliteten bør derfor knyttes til refleksjon rundt studien og hva som kan ha påvirket resultatene. (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 223–224). Oppgavens reliabilitet bestemmes av elevenes oppriktige meninger og oppfatninger, og hvordan jeg kan stole på at

disse meningene og oppfatningene er oppriktige. Det bestemmes også av min egen subjektivitet og hvordan jeg knytter elevens oppfatninger mot mine antagelser. Det stilles derfor krav til meg som intervjuer å sørge for at spørsmålene ikke ledende eller uklare (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 225).

“The interviewer expects the respondent to behave in certain ways and give certain answers. It is only a short step for him to lead the respondent in the expected direction or to interpret his responses in ways which fit his own preconceptions.” (Kahn & Cannell, 1957, s. 185)

For å styrke oppgavens reliabilitet ble det gjort vurderinger i forhold til spørsmålsstilling og ordbruk. Språket ble tilpasset, samtidig som jeg modulerte begrepene hvis elevene oppfattet de som vanskelige.

Kontekst er også en faktor når det gjelder oppgavens reliabilitet. Rom, tid og sted er påvirkningsfaktorer som kan ha en betydning for datainnsamlingen (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 226). Undersøkelsen ble gjennomført på skolen i skoletiden, og deltakerne ble hentet ut fra undervisning for å gjennomføre oppgaveløsningen og intervjuet. Rommet som ble tatt i bruk var et samtalerom, og for elever kan det være mye følelser knyttet til slike rom. En kan også kanskje tenke seg at elevene følte at de måtte prestere, med tanke på at undersøkelsen ble gjort på skolen, samtidig som undervisningen foregikk.

3.7 Ethiske perspektiver og vurderinger

Denne forskningen baserer seg på studie av ungdom i skolen, og vil derfor kreve tillatelse fra foresatte, skole, lærere og NSD (Norsk senter for forskningsdata). Studien må derfor underbygges på en slik måte at resultatet vil være nyttig og ha en samfunnsverdi. Det skal ikke forekomme noen negative konsekvenser for de undersøkte (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 287). Dette har ikke forekommet igjennom oppgaven som helhet.

Deltakerne i studien står helt frivillig til om de vil delta i undersøkelsen, og skal informeres så godt det lar seg gjøre om studiens hensikt og formål. For at ikke effekten av studien skal påvirkes i særlig grad, kan ikke deltakerne få tilgang til spesifikk informasjon om hva studien skal undersøke. Her gjelder det altså å finne en gyllen middelvei. Deltakerne skal få adekvat informasjon om studien, og hvordan resultatene skal brukes. I tillegg hva slags

rettigheter de har som deltakere og personvern (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 248–249). De utvalgte 8.trinnsklassene på en skole i Innlandet fikk utdelt informasjonsskriv og samtykkeskjema (Vedlegg) i forkant av undersøkelsen. Der stod informasjon om hva undersøkelsen gjaldt, hvordan den ville gjennomføres og hvordan datamaterialet ville bli brukt. På bakgrunn av denne informasjonen kunne elevene velge om de ville være med som deltaker i undersøkelsen. Både før, under og etter datainnsamlingen ble det lagt vekt på samtlige komponenter i kravet for informert samtykke. Det går blant annet ut på elevenes kunnskap og forståelse om hvorfor denne undersøkelsen blir gjennomført. At deltakelsen ikke er bindende, og de kan trekke seg på hvilket som helst tidspunkt før oppgaven leveres. At de informeres om hvordan dataen benyttes og hvordan personvernssikkerheten opprettholdes gjennom oppgaven. Til slutt elevenes kompetanse til å vurdere selv hva de får ut av å delta i prosjektet. (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 247–249). Sensitive informasjonsdata er blitt tatt hensyn til, og blitt behandlet på en måte som verner deltakernes navn og tilhørighet. Skolens navn blir ikke nevnt, og deltakernes navn blir byttet ut med falske navn for å kunne opprettholde personlighet og kjønn.

4 Resultat

Gjennom dette kapitlet blir elevenes gjennomgang av oppgavesettet fra PISA 2015 presentert. Først presenteres en oversikt over alle oppgavene

4.1 Oversikt over oppgavenheten og elevenes kompetanse

Tabellene nedenfor viser en oversikt over oppgavene og hva elevene gjorde under hver enhet. Elevenes løsninger har blitt forsøkt systematisert, og viser når elevene har tatt i bruk de ulike formene for vitenskapelig forklaring og antallet som kreves. Tabellen ovenfor gir et grovt bilde av hvilke oppgaver elevene fikk til, men det er likevel ikke eksplisitt hva elevene har gjort under hver enhet. Argumentasjonsformene er beskrevet øverst i tabellen, under oppgavene for å skille de ulike delene av oppgaveløsningene. De er også forkortet, der P står for påstand, E står for evidens, og R står for resonnement. Fargekodene tilsvarer i hvilken grad elevene har gjort oppgaven. Grønn farge tilsvarer helt riktig svar, gul farge tilsvarer delvis riktig svar, men rød farge tilsvarer et svar som ikke nådde kravet for delvis riktig. I tabellen står også nivået for hver enkelt oppgave, se *tabell 3*. For å støtte denne tabellen vil det presenteres en tabell for hver oppgave under hvert sitt delkapittel. Det er også vedlagt en lenke under oversikten for hver elev, som viser hvordan elevene løste oppgavene i sanntid. Videoen er begrenset, slik at det er kun de som har tilgang til denne lenken, som kan se videoene.

Oppgaveenheten inneholder oppgaver som kan kobles til de fire første problemkategoriene, se *tabell 1*. Problemkategoriene blir definert gjennom data, metode og resultat, og hvorvidt disse komponentene er gitt eller ikke gitt. Det som kjennetegner de fire første problemkategoriene, er at resultatet er gitt. Oppgavene tar ikke utgangspunkt i at elevene skal kunne finne «ny kunnskap», fenomenet er allerede beskrevet i litteraturen. Det som skiller oppgavene fra hverandre er hvorvidt data eller metode er gitt eller ikke gitt. I noen tilfeller er dataen fullstendig, og elevene kan gjøre en direkte innplotting i modellen. I andre tilfeller er dataen ufullstendig, og elevene må selv gjøre en vurdering for hvilke variabler som er hensiktsmessig å manipulere og kontrollere. Problemkategoriene 1-4 blir derfor beskrevet som viktige metoder for at elever skal bli kjent med aktuelle fenomener og lære seg metodekunnskap.

Tabell 6*Resultater fra hele oppgaveenheten*

Oppgave	Oppgave 1			Oppgave 2			Oppgave 3			Oppgave 4			Oppgave 5		
	Nivå 3			Nivå 4			Nivå 3/5			Nivå 4			Nivå 4		
	P	E	R	P	E	R	P	E	R	P	E	R	P	E	R
Anders	1/1	1/1	1/1	0/1	1/2	0/2	1/1	1/2	0/2	0/1	1/2	0/2	1/1	1/2	0/2
Aksel	1/1	1/1	1/1	1/1	2/2	2/2	1/1	2/2	1/2	1/1	2/2	1/2	1/1	2/2	1/2
Bente	0/1	0/1	0/1	0/1	1/2	0/2	0/1	1/2	0/2	0/1	1/2	0/2	0/1	1/2	0/2
Bea	1/1	1/1	1/1	0/1	1/2	0/2	1/1	2/2	1/2	1/1	2/2	0/2	1/1	2/2	0/2

Notat: Elevene får riktig, delvis riktig eller feil ettersom hvordan de har løst oppgavene. F.eks. Under oppgave 3 valgte Aksel riktig påstand, og fikk 1/1. Aksel gjorde kun 1 simulering med korrekte variabler, og fikk her 1/2 for evidens. Aksel formulerte ingen forklaring og valgte ikke ut datasett til å støtte påstanden, og fikk derfor 0/2 for resonnement.

Nedenfor er en beskrivelse av hver elev og en oversikt over deres gjennomføring. Videre gjennom neste delkapittel vil hver oppgave presenteres i sin helhet.

4.1.1 Elev 1: Anders

Anders tilhører en klasse elever som blir beskrevet med lavere læringspotensial. Gjennom intervjuet gir ikke Anders uttrykk for at naturfag er et fag han interesserer seg for, men at han ellers er opptatt av musikk og spill. Når jeg spør han om hva han synes var vanskeligst under oppgaveløsningen, svarer han at skrive delen var mest krevende. Jeg stiller også spørsmål angående oppgaveløsningen, og han svarer da at han ønsket å komme seg fort igjennom oppgavene. Når det gjelder selve oppgaveløsningen, trenger han eksplisitt veiledning for å begynne oppgavesettet. Anders får til noen av oppgavene som er kategorisert som nivå 3, men sliter mer med oppgaver som er kategorisert i høyere nivå. Han får til å endre variabler, men kjører ofte bare en simulering. Når han kjører flere simuleringer, så gjøres dette uten å endre variabler, og han får altså samme verdiene i tabellen. Anders viser en veldig enkel forståelse for vitenskapelig forklaring i naturfag. Han kan bekrefte enkle fenomener med og uavhengig av evidens, men gjerne der det krever et lite sett med tilpasset data. Anders valgte ikke ut rader med data til å støtte svarene sine, og skrev heller ingen forklaringer til fenomenene.

For å følge Anders sin gjennomføring av oppgaveenheten er det her vedlagt en videolenke til Youtube. Skjermopptaket viser oppgaveløsningen i sin helhet, og inneholder hverken lyd eller bilde av eleven som gjennomfører enheten. Videolinken til Anders er <https://youtu.be/AtfCA2V3uJ4>

4.1.2 Elev 2: Aksel

Aksel tilhører samme klasse som Anders, som blir ansett som en klasse med lavt læringspotensial, men Aksel viser gjennom oppgaveløsningen og intervjuet at han innehar kunnskap og ferdigheter som ikke tilsvarer en elev med et lavt læringspotensial. Han starter med å gjøre en del feil i oppgavesettet, ved å blande variabler eller glemme en vesentlig glidebryter. Aksel var den eneste eleven som ikke hadde en typisk lineær fremgangsmåte under oppgaveløsning. Etter hvert som han kommer gjennom oppgavene forstår han at han må ha gjort feil på tidligere oppgaver. Dette kommenterer han under intervjuet:

«Jeg så det var en knapp der nede som jeg ikke hadde sett tidligere. Om han drikker vann eller ikke. Når jeg så det, så gikk jeg tilbake for å svare på oppgavene på nytt.»

Aksel begynner å gå på kryss og tvers mellom oppgavene, for å gjøre oppgavene slik de var tiltenkt. Han er tilbake på oppgave 1 ved tre anledninger, og ved siste anledningen gjør alle de justeringene som skal til for å gjøre oppgaven riktig. Oppgave 2 løser han også helt korrekt etter å ha gått tilbake. De fleste av de andre oppgavene får Aksel delvis riktig på. Han befinner seg på middels til høy evne for oppgaveløsning, ved at han gjennomfører flere steg, bruker kunnskap og tolker data.

Aksel viser at han er i stand til å abstrahere fenomener og variabler med ulikt mønster, og samtidig forstå disse. Han kan tolke og definere større sett med direkte og indirekte data. Den eneste komponenten Aksel skårer lavt på er begrunnelse. Han velger seg ut rader med data igjennom samtlige oppgaver, men formulerer ingen forklaringer til å støtte evidensene sine. Dette var noe han uttrykte under intervjuet i etterkant, da jeg spurte hvordan han syntes det gikk. Han følte det gikk veldig bra, men at skriveoppgavene var det mest krevende. I intervjudelen trakk han frem innholdskunnskap, da han ble spurt om hva oppgaven gikk ut på, og koblet dette til biologi, kroppen og trening. I tillegg forklarte han hvorfor han valgte å gå frem og tilbake mellom oppgavene slik:

«Jeg så det var en knapp der nede som jeg ikke hadde sett tidligere. Om han drikker vann eller ikke. Når jeg så det, så gikk jeg tilbake for å svare på oppgavene på nytt»

Aksel var også en av elevene som kjørte mange simuleringer, og han forklarte dette slik:

«Ja, for da ville jeg sjekke om jeg kunne få forskjellige svar i stedet for bare ett. For da kan jeg vite hva som kan være riktig, og hva som kan være feil. Selv om svaret kan være både riktig og feil»

Under intervjuet ble Aksel spurt om hvorfor han tror det er viktig med begrunnelser og forklaringer i naturfag. Til dette svarte han med at det finnes mye som ikke er riktig, men som folk tror er riktig. Det ender opp med masse løgner, og derfor trenger man argumenter, føyet han til. Videre spør jeg han om hva han ser på som viktig når han skal formulere en god forklaring muntlig eller skriftlig, hva som er viktig når man argumenterer. Da sier han at det er lurt å presentere noe, eller vise frem en modell. Han nevner også at det er viktig å ha gode standpunkter som kan overtale andre. Han nevner evidens som et viktig virkemiddel i argumentasjon.

For å følge Aksel sin gjennomføring av oppgaveenheten er det her vedlagt en videolenke til Youtube. Skjermopptaket viser oppgaveløsningen i sin helhet, og inneholder hverken lyd eller bilde av eleven som gjennomfører enheten. Videolinken til Aksel er https://youtu.be/sJ_dvOO4UqM

4.1.3 Elev 3: Bente

Bente er siste elev som tilhører klassen med lavt læringspotensial. Kjennetegnet til Bente under oppgaveløsningen er at hun bruker lang tid på hver oppgave før hun begynner å foreta seg noe. Hun ser også ut til å velge seg ut påstand eller evidens før hun endrer på glidebryterne og gjør simuleringer. Bente gjennomfører simuleringer og endrer variabler etter det som er gitt i noen oppgaver, men har vansker for å tolke dataen som hun får. Det ender så opp med at hun svarer feil på samtlige oppgaver, og hun gjør altså ikke nok for å få delvis riktig på noen av oppgavene heller.

I starten av intervjuet beskriver Bente seg selv som dårlig på «sanne ting», og referer til oppgavesettet hun nettopp har gjennomført, men vet ikke om det har med naturfag å gjøre. Hun forklarer videre at hun følte at det gikk ganske greit, men at hun syntes det var litt uklart hva hun skulle gjøre i starten. Videre forteller hun at hun synes det var litt vanskelig og at

hun ikke helt visste hva hun skulle gjøre, så hun gjettet seg frem ved å «bare trykke». Under intervjuet blir hun også spurt om argumentasjon og forklaringer i naturfag, men kommer litt til kort når hun forsøker å uttrykke forståelse for dette. For at hun lettere skal kunne uttrykke sin forståelse, legger jeg opp til at hun kan fortelle om noe hun interesserer seg for. Hun gir uttrykk for at historie er noe hun synes er interessant. Da spør jeg henne hvordan hun vil respondere hvis hun hadde møtt noen som mener at svartedauden bare var oppspinn. Bente begynner da å nevne at evidens er et viktig virkemiddel for å overbevise andre.

For å følge Bente sin gjennomføring av oppgaveenheten er det her vedlagt en videolenke til Youtube. Skjermopptaket viser oppgaveløsningen i sin helhet, og inneholder hverken lyd eller bilde av eleven som gjennomfører enheten. Videolinken til Bente er

<https://youtu.be/DSy65eJKkJ4>

4.1.4 Elev 4: Bea

Bea tilhører en klasse med høyere læringspotensial, og hun blir også beskrevet som en skoleflink elev. Bea bruker ikke lang tid på selve gjennomføringen av oppgaveenheten, men har likevel vansker med noen utvalgte oppgaver. Oppgave 1, som tre av fire elever fikk til, gikk bra. Men ved oppgave 2, sliter hun litt og får hverken riktig eller delvis riktig. Likevel får hun delvis riktig på oppgave 3, som er kategorisert som den vanskeligste oppgaven i enheten. Svaret hun gir under oppgave 3, kan omtrent kvalifiseres som fullstendig riktig svar, da hun er den eneste av deltakerne som formulerer en forklaring basert på et naturvitenskapelig fenomen. Hun gjør også mye riktig gjennom de siste oppgavene, men ikke nok til å få delvis riktig.

I starten av intervjudelen forklarer Bea hvordan hun følte det gikk. Der svarte hun at hun følte det gikk fint, men at hun ikke klarte å svare på hvordan eller hvorfor det ble sånn, og referer til forklaringsdelen. Hun ble så spurt om hvorfor det var slik. Bea fortalte da at når hun gjør oppgaver så følger hun bare instruksene, og ser hva resultatet blir, men at hun da ikke vet hvorfor det blir sånn. Hun nevner at simuleringsmodellen gjorde at hun ikke måtte tenke så mye:

«De gjorde at jeg ikke måtte tenke så mye. Jeg måtte ikke tenke. Jeg måtte bare se og forandre på ting, også tenkte den for meg ... Hvis de hadde vært annerledes, så kan det hende jeg måtte tenke mer selv, så jeg hadde skjønt hvorfor. Men da hadde det ikke vært sikkert at jeg hadde greid det heller.»

Bea kjørte også flere simuleringer under noen utvalgte oppgaver, og forklarte dette med at hun følte det var naturlig å begynne lavt og dermed kjøre simuleringer stegvis til hun fikk en reaksjon. På spørsmål om hun ville gjort noe annerledes, svarte hun at hun fortsatt ikke har svarene på det hun ikke klarte, så hun ville nok gjort det samme igjen. Bea blir også spurt om hva hun tror målet med slike oppgaver kan være, og da svarer hun at man skal se hvordan man tenker, hvordan man løser oppgaver og forskjellen mellom personer som løser oppgavene.

På spørsmål om argumentasjon i naturfag uttrykker Bea forståelse om hvorfor begrunnelser og forklaringer er viktig. Der sier hun dette:

«At man skriver ned alt nøyaktig, i stedet for sånn cirka hvordan det er eller hvordan det fungerer. Så hvis noen kommer å kun leser det, så skjønner de fortsatt hvorfor de leser det eller hva de leser.»

Videre i intervjuet blir elevdebatter nevnt, og Bea blir spurt om hvordan hun ville forberedt seg til en debatt der hun hadde en utvalgt rolle. Hun forteller at det er viktig å skrive ned alle grunner til hvorfor din mening er den riktige, og tillegg forklare dette istedenfor å bare ramse opp. Videre legger hun til at det kan da hende at andre forstår hvorfor man tenker slik og at de kan endre mening.

For å følge Bea sin gjennomføring av oppgaveenheten er det her vedlagt en videolenke til Youtube. Skjermopptaket viser oppgaveløsningen i sin helhet, og inneholder hverken lyd eller bilde av eleven som gjennomfører enheten. Videolinken til Bea er

<https://youtu.be/63stxkdIpyU>

4.2 Elevers løsning av PISA-oppgavene

Her blir elevenes gjennomføring av hver oppgave presentert i sin helhet. Gjennomføringen vil først bli presenter i en oversiktlig tabell, som gir et bilde av hver enkelt elev sin utførelse. Løsningsprosessen, og elevenes styrker og svakheter vil også bli presentert spesifikt under hver oppgave. Oppgaven vil så knyttes opp mot rammeverket til OECD, som beskriver hva elevene typisk kan under hvert enkelt nivå for naturfaglige forklaringer.

4.2.1 Oppgave 1

PISA 2015

Løping i varmt vær
Spørsmål 1 / 6

Hvordan kjøre simuleringen

Bruk informasjonen nedenfor, og kjør simuleringen for å få fram data. Svar på spørsmålet ved å velge fra nedtrekksmenyene.

En person løper i én time på en varm, tørr dag (lufttemperatur 40 °C, luftfuktighet på 20 %). Løperen drikker ikke noe vann.

Hvilken helsefare utsettes løperen for ved å løpe under disse forholdene?

Helsefaren løperen utsettes for, er

Velg

Dette ser vi på løperens etter én times løpetur.

Velg

Lufttemperatur (°C) 20 25 30 35 40

Luftfuktighet (%) 20 40 60

Drikker vann Ja Nei

Kjør

Lufttemperatur (°C)	Luftfuktighet (%)	Drikker vann	Svette-mengde (liter)	Væsketap (%)	Kroppstemperatur (°C)

Tabell 7

Resultater fra oppgave 1

Oppg. 1	Påstand	Evidens	Resonnement
Anders	Velger riktig påstand	Velger riktig evidens	Gjør EN simulering med riktige variabler
Aksel	Velger riktig påstand	Velger riktig evidens	Gjør EN simulering med riktige variabler
Bente	Velger feil påstand	Velger feil evidens	Gjør EN simulering med feil variabler
Bea	Velger riktig påstand	Velger riktig evidens	Gjør EN simulering med riktige variabler

Notat: Tabellen tar utgangspunkt i tabell 6, og går spesifikt inn på de ulike komponentene. Grønn tekst = riktig svar, rød tekst = feil svar

Oppgave 1 kategoriseres som nivå 3, og er den enkleste av enhetene i oppgavesettet. Dette kommer tydelig frem i tabellen over, der tre av fire elever får helt riktig svar. Oppgaven krever at elevene endrer variablene som er gitt i oppgaveteksten og gjør en simulering basert på disse. Har elevene gjort en simulering med riktige variabler, skal de kunne klare å velge ut riktig påstand og evidens basert på data i tabellen eller modellen. Oppgaven har her ingen mulighet for at elevene kan få delvis riktig svar. Denne oppgaven krever ingen forklaring, derfor er *simulering* plassert under *forklaring* i tabellen.

Bente har her gjort en simulering med feil variabler, og velger seg ut feil påstand og evidens som følge av dette. Under intervjuet ble hun spurt om hva hun tenkte når hun fikk første oppgave, da svarte hun:

«Da gruet jeg meg litt. Jeg følte at jeg ikke kom til å få det til, for jeg er ganske dårlig på sånne ting.»

Hun ble så spurt om å utdype dette, og svarte slik:

«Jeg er ikke helt flink. Jeg vet ikke om det har med naturfag eller ikke, men jeg er ikke så flink i det.»

Bente beskriver her at slike oppgaver er noe hun ikke er flink til. Hun klarer ikke å peke om dette har med naturfag å gjøre. Ut ifra resultatene på oppgaveenheten, kan det se ut som hun har vansker med simuleringsenheten, som er noe de resterende elevene får til i første oppgaveenhet.

Nivå 3, som denne oppgaven er kategorisert til, gir et bilde av hva slags kompetanser og ferdigheter elevene innehar. Ut ifra rammeverket til OECD har elever som har fått riktig svar på oppgave 1 vist kompetanser som: «å bruke *middels innholdskunnskap til å finne eller konstruere forklaringer på kjente fenomener.*» og «å bruke *elementer av metodekunnskap eller epistemologisk kunnskap til å gjennomføre enkle eksperimenter i en begrenset kontekst.*». Denne oppgaven inneholder også elementer som vi finner på lavere nivåer, som nivå 2, 1a og 1b. Eksempler på dette er: «å gjøre *naturvitenskapelige undersøkelser med inntil to variabler med hjelp fra teksten.*» og «å identifisere *enkle årsakssammenhenger eller korrelasjoner og tolke grafiske og visuelle data med et lavt nivå av kompleksitet.*». Hvis vi ser på dette i lys av det analytiske rammeverket for argumentasjon, ser vi at elever som mestrer denne oppgaven ligger på basis-forståelse i vitenskapelig forklaring.

Tabell 8*Resultater fra oppgave 2*

Oppg. 2	Påstand	Evidens	Resonnement
Anders	Velger feil påstand	Gjør EN simulering med riktige variabler	Velger ingen rader med data som støtte til svaret
Aksel	Velger riktig påstand	Gjør TO simuleringer med riktige variabler	Velger TO rader med data som støtte til svaret
Bente	Velger feil påstand	Gjør TO simuleringer med identiske variabler	Velger ingen rader med data som støtte til svaret
Bea	Velger feil påstand	Gjør EN simulering med riktige variabler	Velger ingen rader med data som støtte til svaret

Notat: Tabellen tar utgangspunkt i tabell 6, og går spesifikt inn på de ulike komponentene. Grønn tekst = riktig svar, gul tekst = delvis riktig svar, rød tekst = feil svar

Oppgave 2 kategoriseres som nivå 4, og er en middels vanskelig oppgaveenhet. Denne oppgaveenheten skiller elevene litt mer enn oppgave 1. Her er det kun Aksel som har fått riktig svar, men resten ikke nådde kravet for delvis riktig. Oppgaven krever minst to simuleringer med riktige og justerte variabler for å kunne identifisere hvilken påstand som er riktig. For å støtte svaret, må elevene også velge seg ut to rader med data fra tabellen. Delvis riktig svar krever at elevene har valgt riktig påstand, så uavhengig av antall riktige simuleringer, var det ingen av de resterende elevene som nådde kravet om delvis riktig svar.

Både Anders og Bea gjør en simulering hver med riktige variabler, men Bente gjør to simuleringer der hun ikke justerer en av variablene, og ender derfor opp med to identiske simuleringer. Simuleringen er riktig, men Bente måtte ha justert kun én variabel for å få nok data til å kunne velge riktig påstand. I intervjuet blir Bente spurt om hvorfor dette var tilfellet, og til det svarte hun:

«Ja, jeg prøvde liksom å gjette litt på det. Jeg visste liksom ikke hva jeg skulle gjøre, så jeg måtte bare trykke.»

Bente er ærlig og svarer at hun har gjettet på oppgaveenhetene. Dette bekrefter også det hun nevner under forrige delkapittel, at hun ikke mestre slike former for oppgaveløsning.

Oppgave 2 inneholder elementer som kan kategoriseres til nivå 4, ifølge OECD sitt rammeverk. Elever som fikk riktige på denne oppgaven har vist kompetanser eller

ferdigheter som dette: «å gjennomføre eksperimenter som har to eller flere uavhengige variabler i en avgrenset kontekst.» og «tolke data fra et datasett med middels grad av kompleksitet eller fra delvis ukjente kontekster.». Denne oppgaven inneholder også elementer som vi finner i lavere nivåer, som nivå 3 og 2. Disse elementene beskrives slik: «å bruke hverdagslig innholdskunnskap og enkel metodekunnskap til å finne en riktig naturvitenskapelig forklaring, tolke data og identifisere spørsmålet i et enkelt eksperiment.» og «... å finne evidens som støtter en naturvitenskapelig påstand.». Hvis vi sammenligner dette med det analytiske rammeverket for vitenskapelig forklaring, finner vi at elever som får til oppgave 2 ligger på basis- til moderat-forståelse.

Oppgave 2 er kategorisert som en åpen flervalgsoppgave, og krever noen flere steg enn oppgave 1. Av kunnskap krever oppgaven at elevene klarer å identifisere naturfaglige fenomener, og tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte. Oppgaven trenger to simulering for å svare på oppgaven, og inneholder noe grad av kognitiv utfordring. Oppgave 2 tilsvarer problemkategori 1, der data, metode og resultat er gitt. Oppgave 2 inneholder en middels grad av kognitiv utfordring og kompleksitet, der oppgaven krever minst to steg med handlinger, identifisering eller bruk av kunnskap og tolkning av data. Aksel var den eneste som løste oppgaven korrekt. Anders, Bea og Bente klarte ikke å løse denne oppgaven. Ut ifra rammeverket for problemløsning blir elever som får til denne oppgaven plassert til middels kompetanse.

4.2.3 Oppgave 3

PISA 2015

Løping i varmt vær
Spørsmål 3 / 6

► **Hvordan kjøre simuleringen**

Bruk informasjonen nedenfor, og kjør simuleringen for å få fram data. Svar på spørsmålet ved å klikke på et av alternativene. Velg deretter data i tabellen, og skriv en begrunnelse for svaret ditt.

Hvordan påvirkes svettemengden etter en times løping når lufttemperaturen øker og luftfuktigheten er 60 %?

Svettemengden øker
 Svettemengden minker

★ Velg to rader med data i tabellen for å støtte svaret ditt.

Hva er den biologiske årsaken til dette?

Lufttemperatur (°C) 20 25 30 35 40
Luftfuktighet (%) 20 40 60
Drikker vann Ja Nei

Kjør

Lufttemperatur (°C)	Luftfuktighet (%)	Drikker vann	Svettemengde (liter)	Væsketap (%)	Kroppstemperatur (°C)

Tabell 9

Resultater fra oppgave 3

Oppg. 3	Påstand	Evidens	Resonnement
Anders	Velger riktig påstand	Gjør EN simulering med riktige variabler	Velger ingen rader med data, og formulerer ingen forklaring som støtte til svaret
Aksel	Velger riktig påstand	Gjør TO simuleringer med riktige variabler	Velger EN rad med data som støtte til svaret, men formulerer ingen forklaring
Bente	Velger feil påstand	Gjør TO simuleringer med identiske variabler	Velger ingen rader med data, og formulerer ingen forklaring som støtte til svaret
Bea	Velger riktig påstand	Gjør TRE simuleringer med riktige variabler	Velger ingen rader med data, men formulerer en forklaring

Notat: Tabellen tar utgangspunkt i tabell 6, og går spesifikt inn på de ulike komponentene. Grønn tekst = riktig svar, gul tekst = delvis riktig svar, rød tekst = feil svar

Oppgave 3 er delt og kategorisert til nivå 3 for første delen og nivå 5 for den siste delen. Her er det også mye forskjeller blant elevene. Bea formulerer en korrekt forklaring og får riktig svar på siste delen av oppgaven. Med det når hun nivå 5, men samtidig når hun ikke nivå 3 på den første delen på grunn av at hun ikke valgte ut rader med data. Aksel er den som følger nærmest, men han valgte kun en rad med data slik at svaret ikke ble fullstendig. Han når derfor ikke kriteriet for riktig svar på den første delen, selv om han gjorde omtrent alt riktig.

Anders gjør en simulering, og velger seg ut riktig påstand. I utgangspunktet krever denne oppgaven minst to simuleringer for å kunne tolke svarene i modellen eller i tabellen. Likevel er det ikke nødvendig å kjøre simulering for å kunne svare på rett påstand, grunnet at oppgaven appellerer til elevenes fornuft og logiske resonnement. Denne skriveoppgaven legger opp til at elevene kan bruke den kunnskapen de har, uavhengig av simuleringen eller dataen. Likevel kommer de fleste elevene til kort når det kommer til skrive delen av oppgaven. Dette var den eneste oppgaven der det ble formulert en forklaring. Anders forsøkte å skrive noe, men stoppet i forsøket og fjernet det lille han hadde skrevet. Han bekrefter også dette i intervjuet når han blir spurt om hva han syntes var vanskeligst med oppgavene:

«Skrive delen, jeg er ikke så god til å skrive oppgaver.»

Oppgave 3 dekker både nivå 3 og 5, og vil med det inneholde elementer fra store deler av rammeverket til OECD. Elever som når nivå 5 har da kunne vist kompetanser som: *«å bruke abstrakte naturvitenskapelige teorier og begreper for å forklare ukjente og komplekse fenomener, hendelser og prosesser som inneholder flere årsakssammenhenger.»* og *«å vurdere ulike metoder for å utforske et gitt spørsmål på en naturvitenskapelig måte og finne begrensninger i tolkning av data, inkludert kilder til og effekten av usikkerhet i vitenskapelige data.»*. Ser vi dette i lys av det analytiske rammeverket for vitenskapelig forklaring, så ser vi at nivå 5 samsvarer med moderat- til kompleks forståelse.

Oppgave 3 har to deler, der den første delen er kategorisert som en åpen flervalgsoppgave. Den krever få, men enkle steg. Den stiller krav til kompetanser som å vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser. Oppgaven trenger to simuleringer for å svare på oppgaven, og inneholder noe grad av kognitiv utfordring. Ut ifra rammeverket for problemløsning blir

Tabell 10*Resultater fra oppgave 4*

Oppg. 4	Påstand	Evidens	Resonnement
Anders	Velger feil påstand	Gjør EN simulering med riktige variabler	Velger ingen rader med data, og formulerer ingen forklaring som støtte til svaret
Aksel	Velger riktig påstand	Gjør FEM simuleringer med riktige variabler	Velger EN rad med data, men formulerer ingen forklaring som støtte til svaret
Bente	Velger feil påstand	Gjør TRE simuleringer med identiske variabler	Velger ingen rader med data, og formulerer ingen forklaring som støtte til svaret
Bea	Velger riktig påstand	Gjør FEM simuleringer med riktige variabler	Velger ingen rader med data, og formulerer ingen forklaring som støtte til svaret

Notat: Tabellen tar utgangspunkt i tabell 6, og går spesifikt inn på de ulike komponentene. Grønn tekst = riktig svar, gul tekst = delvis riktig svar, rød tekst = feil svar

Oppgave 4 er kategorisert til nivå 4, og mønsteret er noe likt de to foregående oppgavene. Vi kan se at Aksel og Bea er de to elevene som mestrer simuleringene, og tolkningen av dataene. Oppgaven krever i utgangspunktet kun to simuleringer for å få nok data til å kunne velge ut riktig påstand, men hvis vi ser i tabellen har både Aksel og Bea gjort fem ulike simuleringer hver seg. Aksel valgte kun en rad med data, og når dermed ikke kriteriet for delvis riktig svar. Anders og Bente er de to elevene som velger ut feil påstand. Felles for dem begge er at de har kun gjort en simulering. Vi kan se at Bente har gjort tre simuleringer, men disse er helt identiske, og tilsvarer egentlig bare en enkel simulering.

Aksel og Bea ble begge spurt om simuleringene i intervjuet, og når Aksel ble spurt om hvorfor han gjorde så mange simuleringer, svarte han:

«Ja, for da ville jeg sjekke om jeg kunne få forskjellige svar i stedet for bare ett. For da kan jeg vite hva som kan være riktig, og hva som kan være feil. Selv om svaret kan være både riktig og feil.»

Aksel ville undersøke om det fantes flere svar til det oppgaven spurte om, men Bea hadde en annen innfallsvinkel på spørsmålet. Hun beskriver det som mer motiverende å ikke hoppe rett til antagelsene, men å starte lavt for så å skape et mønster:

«Det er liksom ... Jeg føler at det er bedre å starte nederst og gå oppover. For jeg trodde ikke det var så høyt. Det er ikke motiverende hvis du starter høyt oppe, og da er det allerede heteslag, for så å begynne å gå nedover. Jeg føler det er mye bedre å gå oppover. Det bare gir mer mening.»

Nivå 4, som denne oppgaven er kategorisert til, skal kunne gi oss et inntrykk av hva elevene kan. I denne oppgaven kan dette være elementer som: «å gjennomføre eksperimenter som har to eller flere uavhengige variabler i en avgrenset kontekst.» og «å tolke data fra et datasett med middels grad av kompleksitet eller fra delvis ukjente kontekster. De kan også trekke riktige konklusjoner som går utover dataene og begrunne sine valg.». I rammeverket for vitenskapelig forklaring kan dette sammenlignes med moderat forståelse.

Oppgave 4 er kategorisert som en åpen oppgave, men inneholder flere steg. Den stiller krav til kompetanse som å vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser. Den stiller også krav til naturvitenskapelig innholds- og metodekunnskap for å formulere en forklaring. Oppgaven trenger i utgangspunktet kun to simuleringer for å svare på oppgaven, men dette vet ikke elevene. Oppgaven har derfor en høyere kognitiv utfordring. Oppgave 4 tilsvarer problemkategori 4, der data og metode er ufullstendig eller ikke gitt, men resultat er kjent. Oppgave 4 inneholder en middels til høy grad av kognitiv utfordring og kompleksitet, der oppgaven krever to eller flere steg med handlinger, bruk og analysering av kunnskap og tolkning av data. Aksel og Bea kom frem til en tilnærmet korrekt løsning på oppgave 4, men Anders og Bente klarte ikke å løse oppgaven. Ut ifra rammeverket for problemløsning blir elever som får til denne delen av oppgaven plassert til middels kompetanse.

4.2.5 Oppgave 5

PISA 2015

Løping i varmt vær

Spørsmål 5 / 6

Hvordan kjøre simuleringen

Bruk informasjonen nedenfor, og kjør simuleringen for å få fram data. Svar på spørsmålet ved å klikke på et av alternativene. Velg deretter data i tabellen, og skriv en begrunnelse for svaret ditt.

Simuleringen lar deg velge 20 %, 40 % eller 60 % luftfuktighet.

Er det farlig eller ufarlig å løpe når luftfuktigheten er 50 % og lufttemperaturen er 40 °C, og du samtidig drikker vann?

Ufarlig
 Farlig

★ Velg to rader med data i tabellen for å støtte svaret ditt.

Forklar hvordan disse dataene støtter svaret ditt.

Lufttemperatur (°C) 20 25 30 35 40
Luftfuktighet (%) 20 40 60
Drikker vann Ja Nei

Lufttemperatur (°C)	Luftfuktighet (%)	Drikker vann	Svettemengde (liter)	Væsketap (%)	Kroppstemperatur (°C)

Tabell 11

Resultater fra oppgave 5

Oppg. 5	Påstand	Evidens	Resonnement
Anders	Velger riktig påstand	Gjør EN simulering med riktige variabler	Velger ingen rader med data, og formulerer ingen forklaring som støtte til svaret
Aksel	Velger riktig påstand	Gjør SEKS simuleringer med riktige variabler	Velger FIRE rader med data, men formulerer ingen forklaring som støtte til svaret
Bente	Velger feil påstand	Gjør EN simulering med riktige variabler	Velger ingen rader med data, og formulerer ingen forklaring som støtte til svaret
Bea	Velger riktig påstand	Gjør TO simuleringer med riktige variabler	Velger ingen rader med data, og formulerer ingen forklaring som støtte til svaret

Notat: Tabellen tar utgangspunkt i tabell 6, og går spesifikt inn på de ulike komponentene. Grønn tekst = riktig svar, gul tekst = delvis riktig svar, rød tekst = feil svar

Oppgave 5 er kategorisert til nivå 4, og igjen er mønsteret ganske likt som de foregående oppgavene. Aksel er her eneste elev som nådde kravet for delvis riktig svar. Ulikt de foregående oppgavene der Aksel kun har valgt en rad med data som støtte til svaret, har han i denne oppgaven valgt fire selv om oppgaven kun spør om to. I tillegg valgte han å gjøre hele seks simuleringer, og grunnen til dette er nok det samme som i oppgave 4, at han ønsket å undersøke om det fantes flere svar. Anders og Bente gjør bare en simulering med riktige variabler hver seg, men det er kun Anders som velger riktig påstand selv om oppgaven krever minst to simuleringer for å kunne velge påstand ut ifra dataen.

Bea løser oppgaven ganske bra helt til hun kommer til forklaringsdelen, da hun hverken velger ut rader med data eller formulerer en forklaring. Hun bruker kort tid på selve oppgaveløsningen, men bruker mer tid ved forklaringsfeltet som ved de tidligere oppgaveenhetene. Likevel ender hun opp med å ikke skrive noe. Dette forklarer hun under intervjuet:

«Jeg klarte ikke å svare på hvordan ... Eller hvorfor det ble sånn. Selve oppgaven gikk fint, men når jeg skulle forklare så gikk det dårlig.»

Hun blir spurt om å utdype dette, og legger til:

«Jeg vet ikke hvordan jeg tenker når jeg gjør oppgaver. Jeg bare følger instruksene, også ser jeg hva resultatet blir, men da vet jeg liksom ikke hvorfor ... Jeg vet ikke. Det er vanskelig.»

Oppgave 5 er den siste enheten i oppgavesettet, og er også kategorisert til nivå 4. Som oppgave 4 tilsvarer dette nivået moderat forståelse av vitenskapelig forklaring. Dette kan vi se på gjennom elementene fra OECD sitt rammeverk for nivå 4: «å gjennomføre eksperimenter som har to eller flere uavhengige variabler i en avgrenset kontekst.» og «å tolke data fra et datasett med middels grad av kompleksitet eller fra delvis ukjente kontekster. De kan også trekke riktige konklusjoner som går utover dataene og begrunne sine valg.».

Oppgave 5 er kategorisert som en åpen oppgave. Den stiller krav til kompetanser som å vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser. Den stiller også krav til

naturvitenskapelig innholds- og metodekunnskap for å formulere en forklaring. Oppgaven trenger i utgangspunktet kun to simuleringer for å svare på oppgaven, men dette vet ikke elevene. Oppgaven har derfor en høyere kognitiv utfordring. Oppgave 5 tilsvare problemkategori 2, der data og resultat er gitt eller kjent, men metode er ufullstendig eller ikke gitt. Oppgave 5 inneholder en middels grad av kognitiv utfordring og kompleksitet, der oppgaven krever to eller flere steg med handlinger, bruk av kunnskap og tolkning av data. Aksel er nærmest en fullstendig korrekt løsning på oppgave 5. Bea løste også store deler av oppgaven, men Anders manglet noe vesentlig under data og metodedelen. Bente klarte ikke å løse oppgaven. Ut ifra rammeverket for problemløsning blir elever som får til denne delen av oppgaven plassert til middels kompetanse.

5 Diskusjon

Gjennom dette kapittelet vil jeg forsøke å svare på forskningsspørsmålene, som er formulert slik:

1. *Hva slags kompetanser har 8.trinns-elever angående naturfaglige forklaringer?*
2. *Hvordan kommer elevenes problemløsningskompetanse til uttrykk gjennom oppgaveløsning?*

Diskusjonsdelen er strukturert slik at forskningsspørsmålet blir diskutert separat. Elevenes oppgaveløsning blir diskutert først, og er delt opp under komponenter. Etter dette vil elevenes naturfaglige forklaringer bli diskutert, her også delt under hver komponent. For hvert tema og forskningsspørsmål blir det diskutert komplikasjoner for undervisning og skolen. Drøftingen er preget av mine tanker og refleksjoner rundt resultatene og blir knyttet opp mot teoretiske perspektiver og forskning som ble presentert under teoridelen.

5.1 Elever i møte med oppgaveløsning

Gjennomføring

Det første elevene møtte i oppgaveenheten var introduksjonssiden. Denne siden hadde som hensikt å gi elevene adekvate inngangsverdier for å kunne bruke simuleringsmodellen og behandle datasettene, og i tillegg gi elevene informasjon om konteksten for oppgavene. Introduksjonen var satt sammen av flere steg som elevene måtte følge for å kunne begynne på første oppgave. I tillegg hadde elevene mulighet til å klikke på en hjelpefane under selve oppgaveløsningen, der mye av den samme informasjonen befant seg. To av elevene trengte eksplisitt veiledning for å prøve å forstå simuleringsmodellen, men de to andre klikket seg gjennom stegene og fortsatte til oppgave 1 relativt raskt. Veiledningen ble gjennomført slik at stegene ble tydeliggjort for elevene, men de fikk likevel ikke andre fordelaktige inngangsverdier enn de to andre elevene som ikke hadde behov for hjelp.

Samtlige elever forsøkte å gjennomføre oppgaveenheten, som er en god start når det gjelder å løse oppgaver. Tre av elevene, Anders, Bea og Bente, hadde en relativt vanlig fremgangsmåte. Det vil si at deres gjennomføring hadde en ganske lineær og logisk progresjon. Det var likevel forskjell i gjennomføringsevnen. Bente og Anders forsøkte gjerne

bare en, kanskje to ganger før de gikk videre til neste oppgave. Bea, på den andre siden, var også rask i gjennomføringen, men var mer grundig med å løse oppgavene. Aksel derimot, hadde en mer ukonvensjonell gjennomføring. Han startet med å gjøre flere feil på de første oppgavene, før han etter hvert valgt å gå tilbake for å gjøre oppgavene på nytt. Dette skjedde ved flere tilfeller, noe som førte til at han forbedret svarene sine for hver gang.

Aksel og Bea løste store deler av oppgavene som tilsvare problemkategoriene 1-4 og som inneholder middels til høy grad av kognitiv utfordring og kompleksitet. Kjennetegnet for disse elevene er at de er i stand til å løse komplekse oppgaver med flere steg, bruke og analysere kunnskap, resonnere og tolke data. Anders løste deler av oppgavene som tilsvare problemkategoriene 1-3 og som inneholder både lav, middels og høy grad av kognitiv utfordring og kompleksitet. Kjennetegnet for Anders er at han er i stand til å løse oppgaver med noen steg, identifisere og bruke kunnskap, men lite tolkning av data. Bente klarte ikke å løse noen av oppgavene som tilsvare problemkategori 1-4 og som inneholder både lav, middels og høy kognitiv utfordring og kompleksitet. Kjennetegnet for Bente er at hun kan forsøke å løse oppgaver med kun et steg og identifisere kunnskap, men dette forutsetter eksplisitt veiledning. Det kan ha vært faktorer som har hatt en påvirkning på elevenes utførelse og resultater, dette skal vi se nærmere på.

En faktor som kan ha spilt inn på både Anders og Bente sin gjennomføring, er oppgaveteksten. Noen oppgaver hadde enklere formuleringer og mindre informasjon, andre oppgaver inneholdt flere formuleringer og mer informasjon. Noen elever er flinke til å hente ut den informasjonen de trenger for å løse oppgaven, men for mange elever kan det være krevende å skille mellom viktig og mindre viktig informasjon i oppgavetekster. I slike tilfeller kan elever ofte ta utgangspunkt i irrelevant informasjon, som kan villed og skape misforståelser. Dette fører ofte til at den viktige informasjonen blir oversett, og resultatet blir at eleven ikke klarer å løse oppgaven (Le Hebel et al., 2017).

En annen faktor som kan ha påvirket samtlige sin gjennomføring, er kontekst. Kontekst kan ha en stor betydning for hvordan elevene løser oppgavene. Temaet for oppgavene var *Løping i varmt vær*, som omhandler helse og livsstil, og konteksten var derfor plassert i et personlig miljø. Elever som møter oppgaver med en kontekst som der er kjent med fra før, kan ha en fordel mot de som ikke er like kjent med denne konteksten fra tidligere (Le Hebel et al., 2017). Andre studier har sett på hvordan feil bruk av kontekst også kan være misvisende og skape en slags forutinntatthet hos elevene (Pollitt & Ahmed, 2000), men det virker ikke å

være tilfellet i denne oppgaveenheten. Det finnes ikke noe grunnlag for å anta om noen elevene hadde kjennskap til trening og hva slags påvirkning været kan ha på kroppen under trening. Det var ikke noe spørsmål som dekket dette under intervjuet, men det går an å tenke seg at det kunne vært en sammenheng mellom elevenes kjennskap til konteksten og resultatet av oppgaveløsningen.

Elevenes mestringstro spiller en stor rolle i oppgaveløsning, og påvirker elevenes utførelse ved målsetting, handling, og standhaftighet (Bandura, 1997). Bea nevnte under intervjuet at hennes gjennomføring var preget av mestring. Den mestringen hun refererer til forutsatt at hun hadde kjennskap til hvordan simuleringsmodellen fungerte, og hva hun ønsket å oppnå med sine simuleringer. Når elever bruker digitale verktøy, som i dette tilfellet en PC med interaktive oppgaver og modeller, til å løse oppgaver, er det to ting som spiller inn. Det ene er å forstå og bruke de tilgjengelige ressursene som det digitale verktøyet har. Det andre er å forstå hva oppgaven faktisk går ut på (Geifman & Raban, 2015). Det Bea refererte til når hun nevnte mestring er en av Banduras (1997) fire faktorer som kan påvirke elevens mestringstro gjennom oppgaveløsning, og gjelder *reaktiv mestring*. Reaktiv mestring handler om elevens erfaring fra tidligere oppgaveløsninger. Hvis en elev har klart en vanskelig oppgave tidligere, så skaper den eleven indre forutsetninger for å klare lignende oppgaver. Noen av elevene nevnte også at de var spente i forkant av oppgaveløsningen. Elevenes følelser er også en faktor som kan være med å påvirke elevenes gjennomføring. Det er kanskje uvant for mange elever å sitte med interaktive oppgaver i et lukket rom, imens en person følger med på alt en foretar seg. Har elevene vært stresset under selve oppgaveløsningen, så kan dette ha hatt en stor innvirkning på deres resultater.

Strategier

Den strategien som var mest tydelig gjennom oppgaveløsningen til elevene var *Guess* (*Given, unknown, equatin, search, solve*). Bruken av denne strategien har som formål å finne det rette svaret uten å nødvendigvis forstå hvordan eller hvorfor svaret ble slik (Persson, 2014). Elever tar gjerne i bruk denne strategien uten at de er klar over det selv. Dette er Bea et eksempel på, når hun forklarer hvordan hun løser oppgaver under intervjuet. Hun fortalte at når hun får oppgaver, så følger hun instruksene som oppgaven gir og prøver å finne svaret, men samtidig vet hun egentlig ikke hvorfor hun kom frem til akkurat det svaret. Hun syntes det derfor var vanskelig å finne ut hva hun skulle skrive i forklaringsfeltene. PISA-oppgavene er bygget opp på denne måten, men de utfordrer likevel elevene til å reflektere

over handlingene sine i forklaringsfeltene. På bakgrunn av at disse oppgavene er digitale og interaktive, er det naturlig at elevene får mulighet til å bruke en simuleringsmodell til å undersøke fenomenet. Problemet med slike modeller er at de forenkler virkeligheten. Dette har både positive og negative sider ved seg. Den positive siden er at elever lettere kan forklare fenomenet med utgangspunkt i datasettene de frembringer, men den negative siden er at andre viktige faktorer kan bli oversett. Elevene får valget om å tydeliggjøre sin forståelse i forklaringsfeltene, men ifølge mine resultater velger de fleste å la være. Det kan være flere grunner til dette. En grunn kan være at vanskelighetsgraden er høyere enn deres kompetanse, da PISA-undersøkelsen er ment for 15 åringer, ikke 13 åringer. En annen grunn kan være at elevene ikke trenger å formulere noe i forklaringsfeltet for å fortsette til neste oppgave. Da vil kanskje terskelen være lavere for å hoppe over slike former for resonering.

Aksel er den eneste eleven som skiller seg ut ved å ta i bruk andre strategier under gjennomføringen. Aksel sin strategi minner mer om stegene som Pólya (1990) har beskrevet, som danner grunnlaget for en problemløsningsstrategi: *understand, plan, carry out, look back*. Aksel ser ut til å bruke stegene *understand* og *look back* veldig ofte gjennom oppgaveløsningen. Han starter de første oppgavene i enheten med å blande variabler og samtidig glemme en kritisk variabel. Dette medfører at han i utgangspunktet ikke klarte de første oppgavene. Når han kom til den tredje oppgaven, så begynte han å forstå sammenhengen mellom variablene og la samtidig merke til den siste variabelen som var oversett. Han går derfor tilbake, ser over arbeidet sitt, og gjennomfører oppgavene på nytt. Det samme gjør han når han kommer til den fjerde oppgaven. Dette kan også minne om den reviderte versjonen av modeller for problemløsning, som Syahrole et al., (2016) har foreslått. Det virker som Aksel er innom alle de fire fasene, *entry, analyse, attack* og *review*, gjennom sin oppgaveløsning. *Entry*-fasen er han innom flere ganger i løpet av oppgaveenheten, ved at han sirkulerer mellom oppgavene og dermed skaper en forståelse om hva slags problemstilling han står ovenfor. *Analyse*-fasen er også fremtredende her, når han hele tiden reviderer oppgaven sin, så kan dette ha påvirket de andre oppgavene. *Attack*- og *review*-fasene kommer til uttrykk gjennom selve oppgaveløsningen, men også intervjuet i etterkant. Han forklarer bakgrunnen for hvorfor han gjennomførte så mange simuleringer som han gjorde. Han ønsket å kontrollere, og se om det fantes andre svar enn det han opprinnelig kom frem til. På bakgrunn av dette så skiller Aksel sin gjennomføring seg ut fra resten av elevenes gjennomføringer. Han synliggjør sine kognitive prosesser, som kritisk tenkning,

kreativitet og metakognisjon. Disse prosessene blir sett på som viktige og samfunnsnyttige (Mayer & Wittrock, 2006, s. 288).

Implikasjoner

Formålet med PISA-undersøkelsen er å kartlegge 15 åringers kompetanser etter grunnskolen. Det som gjør disse undersøkelsene aktuelle er at de ikke tar utgangspunkt i læreplanene, men derimot kunnskap og kompetanser som blir sett på som viktige i et samfunnsdeltakende liv (Kjærnsli et al., 2014; Utdanningsdirektoratet, 2020). Resultatene fra forrige undersøkelse viser at Norge befinner seg omkring gjennomsnittet når det gjelder elevers kompetanse. Det er derimot en stor spredning i resultatene mellom problemløsningskompetanse og fagkunnskap. Sammenlignet med gjennomsnittet er norske elever svakere til å følge løsningsprosessen og vurdere svarene (Kjærnsli et al., 2014; OECD, 2014). I den norske skolen er vi i dag pålagt å tilrettelegge for samtlige elever, på grunnlag av ulike forutsetninger og evner. Gjennom all denne tilretteleggingen og vektleggingen av elevenes beste, er det kanskje lett å miste fokus på hva elevene trenger av kunnskap og kompetanse. Læreplanen er oppdatert med mål om å følge samfunnsutviklingen og hva som kreves av morgendagens samfunnsborgere. Men, den er kanskje ikke tydelig nok når det blir skrevet artikler som forsøker å analysere læreplanen for å komme frem til et tolkningsfellesskap (Haug et al., 2021). Det er også flere studier (Capps et al., 2012; Van Driel et al., 2012) som viser at lærere trenger støtte i å koble naturfaglige praksiser og tenkemåter til tverrfaglige temaer, som demokrati og medborgerskap. Denne støtten er ikke å finne i læreplanen, og det blir da opp til lærerne selv å finne ut av hvordan dette skal gjøres.

Det er en kjensgjerning at elever i skolen ofte blir målt og vurdert i kunnskap gjennom prøver eller tester. Oppgavene som blir brukt i PISA-undersøkelsene kunne vært et veldig viktig verktøy for å vurdere elevenes kompetanser i skolen, ikke bare for å undersøke gjennomsnittet. Aksel, en av de fire elevene i min undersøkelse, tilhører en klasse som blir definert med lavt læringspotensial. Disse elevene har kanskje vanskeligheter for å uttrykke kompetanse og kunnskap gjennom enkle skriveprøver og tester. Aksel viser gjennom sin oppgaveløsning at han har kompetanser og evner som ikke tilsvarer en elev med lavt læringspotensial. Dette kommer sannsynligvis ikke til uttrykk gjennom vanlig og tradisjonell lærebokundervisning.

Hovedutfordringen når det gjelder problemløsning er lærebøker. Lærebøker inneholder tekster og oppgaver om de viktige temaene i faget. Utfordringen er at disse oppgavene ikke legger til rette for at elevene kan tilegne seg strategier for oppgaveløsning. Teksten og oppgavene er satt sammen i kronologisk rekkefølge, slik at elevene kan følge en lineær og logisk fremgangsmåte for å kunne svare på oppgavene. Flere oppgaver er også inkludert i nettressurser, som gjør at elever kan ta i bruk algoritmeverktøy og simuleringer for å løse oppgavene (Persson, 2014).

Naturvitenskapelige aktiviteter er ofte knyttet til eksperimentering for å bekrefte teorier eller fenomener. Disse aktivitetene kan vi knytte til kategori 3, 4, 7 og 8, der dataen ofte er ufullstendig, og metode og resultat kan være kjent eller ukjent. Persson (2014) modifiserte 10 steg for arbeid med eksperiment, basert på Pólyas strategi. Stegene beskriver hele prosedyren for gjennomføring av et eksperiment, men er likevel abstrakt i den grad av at dette er ferdigheter en må lære seg. En kan altså ikke bare lese og følge disse stegene, og deretter gjøre et vellykket eksperiment. Det kreves trening og erfaring. Gjennom undervisning bør disse stegene modelleres, og elever bør få brukt disse gjennom utforskende aktiviteter.

1. *Analysere problemet. Lese teksten nøye. Hva er det oppgaven spør om?*
2. *Hvilke variabler skal endres, hvilke skal beholdes? Hvordan kan variablene påvirke resultatet?*
3. *Hva er det vi skal måle? Hva er det vi vil finne? Hva slags metode skal vi bruke?*
4. *Testmålinger. Se om det finnes flere løsninger.*
5. *Gjøre målinger med utvalgte variabler. Strukturere resultatene i tabell.*
6. *Analysere resultatet. Svarer resultatene på oppgaven.*
7. *Lag en forklaring eller velg ut kritiske resultater.*

5.2 Elever i møte med naturfaglig forklaring

Påstand

Å velge seg ut påstander basert på evidens eller egne oppfatninger og forkunnskaper viste seg å være den enkleste komponenten for samtlige elever. Det eneste unntaket er Bente, som valgte feil påstand gjennom alle de fem oppgaveenhetene. Hun var tydelig på at slike oppgaveformer var noe hun følte hun ikke mestret, og samtidig at naturfag er et fag hun ikke

er veldig selvsikker i. På den andre siden har vi Anders, som klarer å velge ut riktig påstand gjennom noen av de enkleste og noen av de mer moderate oppgaveenhetene. Anders uttrykte interesse for naturfag, men ga likevel et inntrykk av at han følte oppgavene var vanskelige. Aksel var den eneste elevene som fikk til å velge ut riktig påstand gjennom samtlige av oppgaveenhetene. Bea var ikke langt unna, men valgte feil påstand på en av de enkleste oppgaveenhetene. For Bea og Aksel virket det som om det å identifisere påstander falt lett for dem. De brukte lite tid på denne komponenten.

En *påstand* er en mening eller et utsagn, som svarer på et spørsmål eller et problem. Det kan i utgangspunktet også bare være en beskrivelse av det som er observert eller undersøkt. Å identifisere påstander er noe som ganske greit og enkelt for de fleste elevene, selv om det finnes noen unntak. Det kommer også tydelig frem i det McNeill et al., (2006) beskriver, at dette er den enkleste komponenten for elever, som de selv kan formulere eller identifisere i andre tekster. Elever lager påstander omtrent hver dag, selv om det oftest forekommer i en hverdagslig situasjon, der det diskuteres favorittmiddag eller favorittfilm. En påstand er som oftest basert på personlige erfaringer og kunnskap, og det er derfor lett for elevene å gjøre antagelser basert på dette. Utfordringene dukker opp når elevene skal forsøke å bevise hvorfor deres påstand er rett, eller hvorfor andres påstand er feil, og samtidig begrunne dette i et resonnement knyttet opp mot andre naturfaglige teorier og idéer.

Evidens

Når elever undersøker fenomener i naturfag, kan de samle inn evidens ved å gjøre simuleringer eller andre undersøkelser. For å kunne velge ut riktig påstand i oppgaveenhetene til PISA, er elevene nødt til å gjøre simuleringer med ulike variabler. Når elevene har gjennomført en simulering vil de få data ført opp i en tabell, som de så kan bruke som evidens til å både velge ut riktig påstand og samtidig som støtte til den valgte påstanden. Å samle inn og bruke evidens riktig er dokumentert som en kompleks og vanskelig operasjon for elever i ungdomsskolen.

Gjennom oppgaveløsningene er evidensdelen den komponenten elevene samlet sett får færrest feil på. Dette beskriver likevel ikke denne komponenten som en enkel operasjon for elevene. Vi kan likevel observere det samme mønsteret som vi ser under påstandsdelen. Bente velger seg ut feil evidens, og gjør identiske simuleringer uten å endre variablene. Anders velger seg ut riktig evidens, men gjør kun en simulering gjennom hver

oppgaveenhet. Hvis en tar utgangspunkt i dataen som Anders får etter en gjennomført simulering, så er ikke dette nok til å kunne svare på påstanden som oppgaven gir. Derfor er det rimelig å anta at Anders er en elev som tar høyde for sin egne oppfatninger når han svarer på påstandene i oppgaveenhetene. Aksel og Bea er igjen de to eneste elevene som velger riktig evidens, gjør flere simuleringer og samtidig endrer variablene mellom hver gjennomføring.

Det samme mønsteret kan vi se i annen forskning på området som omhandler elever og naturfaglige forklaringer. Elever som har vanskeligheter med å forstå komponenten evidens, kan ha en tendens til å ta utgangspunkt i egne erfaringer eller oppfatninger for å kunne støtte en påstand eller svare på et spørsmål (McNeill et al., 2006; Sandoval & Reiser, 2004). I andre tilfeller kan de ta i bruk data som evidens, men ofte så er ikke denne dataen adekvat nok til å bevise at en påstand er korrekt eller ikke. Dette skjer ofte i situasjoner der elever må undersøke større mengder med data, som de er nødt til å sortere og deretter velge seg ut den dataen de tror er riktig. I noen tilfeller kan elever klare å velge ut riktig data som evidens, men likevel ikke ha nok data til å svare på påstanden. I disse tilfellene kan elevene ha en oppfatning av at dataen virker korrekt og at det derfor ikke er nødvendig med mer. Det er likevel slik at de i utgangspunktet krever flere sett med data for å forklare ett fenomen eller å støtte en påstand (McNeill et al., 2006, s. 155–156).

En annen utfordring som kan observeres, og som vi finner i resultatene av analysen er hvordan elevene identifiserer sammenhengen mellom ulike variabler. Oppgavene som elevene gjennomførte krever at en justerer variabler og gjennomfører simuleringer for å få data. Det viser seg at elever kan ha noen utfordringer med forståelsen av variabler, spesielt når de får valget om å velge ut variabler som skal kontrolleres og manipuleres (Klahr & Dunbar, 1988). Det finnes også store forskjeller blant elevene i valg av strategier, noe som bekreftes gjennom resultatene fra analysen. Noen velger å variere mange variabler på en gang (De Jong & Van Joolingen, 1998), gjennomføre samme undersøkelse gjentatte ganger uten å endre variablene (Greiff et al., 2016). Bente er et eksempel på en elev som uttrykker denne strategien. Hun endrer alle de ulike variablene, og gjennomfører simuleringen, men endrer ikke variablene før hun gjennomfører en ny simulering. Det er derfor ikke vanskelig å anta at hun har vanskelighet med å forstå konseptet som angår variabler. På den andre siden finnes det elever som gjennomfører et uhensiktsmessig antall undersøkelser, i stedet for å teste kun en hypotese (White & Frederiksen, 1998). Det er nødvendigvis ingen dårlig strategi, med tanke på at det kan frembringe mye verdifull data, men samtidig kan det være

med på å gjøre tolkningsarbeidet mer krevende for elevene. Bea og Aksel er to elever som virker å gjennomføre denne strategien. Ved flere oppgaveenheter velger de å gjennomføre flere simuleringer med endrede variabler enn det som i utgangspunktet kreves for å svare på oppgaven. Bea og Aksel var også de eneste elevene som så til å ta i bruk det som kalles for VOTAT-strategien (Tschirgi, 1980). Strategien går ut på å justere en spesifikk variabel, samtidig som resten av variablene holdes konstant, og er kjent for å være effektiv strategi når det gjelder å identifisere sammenhengen mellom ulike variabler. Det er også påvist en utvikling av mer strukturert kunnskap og forståelse hos de som tar i bruk VOTAT-strategien, i stedet for andre utforskende strategier (Vollmeyer et al., 1996).

Resonnement

Elevenes evne til å resonnerer blir ikke bare vurdert etter hvordan de formulerer forklaringer, men også hvordan de tolker og velger ut data som støtte til forklaringen. Resonnering inkluderer ofte naturvitenskapelige prinsipp, og danner de logiske slutningene som beskriver hvordan eller hvorfor utvalgt evidens er med på å støtte ulike påstander. I resultatdelen kan vi tydelig se at det er resonnement-komponenten elevene har mest utfordringer med. Hvis vi ser bort i fra oppgave 1, der simuleringen blir vurdert som et resonnement på bakgrunn av oppgaveenhets mangler på forklaringsfelt og mulighet for valg av data, så er det kun to elever som blir vurdert til riktig eller delvis riktig gjennom noen av de resterende oppgavene. Aksel forsøkte å formulere forklaringer, men endte opp med å ikke skrive noe. Han forsøkte derfor å tolke og velge ut data som støtte til påstanden, som også er en del av resonnement-komponenten. Bea var den eneste eleven som formulerte en forklaring, og denne forklaringen var samtidig helt korrekt. Denne oppgaveenheten skilte seg også ut fra resten, ved at den henvendte seg til elevenes innholdskunnskap. Bea kunne altså ta i bruk tilegnet fagkunnskap og egne erfaringer til å formulere en kort og konsis forklaring. De resterende oppgaveenheter henvender seg til elevenes metodekunnskap, som gjør at elevene må forklare hvordan dataen i tabellen kan brukes som evidens til å støtte den valgte påstanden. I likhet med elevenes metodekunnskap, er innholdskunnskap en viktig kilde til å formulere gode resonnement. Noen studier (Metz, 2000) peker på elevenes forståelse av innholdskunnskap og naturfaglige praksiser som en viktig kompetanse for å gjennomføre utforskende aktiviteter. Elever har ingen forutsetning for å lage gode naturfaglige forklaringer hvis de ikke forstår de naturfaglige prinsippene og fagkunnskapen som ligger til grunn. Forståelsen av innholdskunnskap og naturfaglige prinsipper er likevel ikke nok til å

formulere gode resonnement i naturfaglige forklaringer. For de aller fleste elever er det å formulere gode resonnement en kompetanse som må øves gjennom tydelig og eksplisitt veiledning (Osborne et al., 2004). Dette gjelder også tolkning av data, som inngår i elevenes evne til å resonnerer. Elever må kunne koordinere teori og evidens basert på deres førstehåndsobservasjoner (Delen & Krajcik, 2015; McNeill, 2011). Det går også an å tenke seg at det kan være en forskjell på kvaliteten av elevenes resonnement i simuleringer versus fysiske undersøkelser, men her er det også studier som viser at det ikke finnes noen betydelig forskjell (Smetana & Bell, 2012). Elever vil ha uansett ha utfordringer når de skal forsøke å se sammenhengen mellom teori og evidens gjennom undersøkelser (Kuhn, 2010).

Sammenligning med forskningsresultater

Teig og Jensens (2021) undersøkelse genererte et stort sett med kvantitativ data av elever som gjennomførte samme oppgavesettet, *Løping i varmt vær*. I deres kvantitative studie ble arbeidet til 81 elever analysert, men i min kvalitative studie ble arbeidet til kun 4 elever analysert. Det er også verdt å nevne at elevene som ble deltok i studien til Teig og Jensen var elever i 10. trinn, og elevene fra min studie var elever i 8. trinn. Det kan likevel være interessant å se om det finnes et sammenlignbart mønster, eller noen unntak mellom studiene.

Gjennom de enkleste oppgavene i enheten blir elevene bedt om å identifisere korrekt påstand og evidens for dette. For å velge seg ut riktig påstand, må elevene gjennomføre en simulering. Basis forståelse innebærer at elevene kan lete i små sett med data som er begrenset og tilpasset oppgavens formål. De fleste elevene nådde basis forståelse ved å velge korrekt påstand og evidens. Andre elever kjørte simuleringer med riktige variabler og valgte riktig påstand, men svarte feil på evidens.

I mine data kan vi ved oppgave 1 (tabell 7), som tilsvarer basis nivå, se at det er tre av fire elever som nådde basis forståelse ved å velge korrekt påstand og evidens. Dette tilsvarer de fleste elevene, og korrelerer nokså likt med resultatet til Teig og Jensen. Mine data er ikke statistisk signifikant med utgangspunkt i fire deltakere, men det er likevel ikke feil å anta at denne likheten ikke er tilfeldig. Bakgrunnen for dette kan være at denne oppgaven har få steg og krever en enkel, basis forståelse for naturfaglig forklaring. Det skal da være mulig for de fleste elever å gjøre en korrekt gjennomføring av denne oppgaven.

Ved de moderate oppgavene blir elevene bedt om å identifisere og beskrive fenomenet. Elevene må gjennomføre minst to simuleringer, og lete gjennom et lite sett med data som er tilpasset oppgavens spørsmålsstilling. Ved moderat forståelse må også elevene kunne gi korte begrunnelser basert på datasettene, og se dette i sammenheng med fenomenet. Under halvparten av elevene nådde moderat forståelse ved å velge korrekt påstand, velge evidens til å støtte påstand og formulere en forklaring til dette. Den største halvparten av elevene formulerte ikke en forklaring, men valgte korrekt påstand, og noen tilfeller valgte riktig datasett.

I oppgave 4 (tabell 10) skiller mine data seg fra forskningsresultatene til Teig og Jensen. Ved de moderate oppgavene er det ingen av de fire elevene som når helt riktig, ut ifra oppgavekriteriene. Grunnen til dette var at ingen av elevene, gjennom disse oppgavene, hverken formulerte en forklaring eller valgte datasett til å støtte påstanden. Denne oppgaven er nødvendigvis ikke veldig kompleks, men den utfordrer likevel elevenes kognitive egenskaper og metodekunnskap. Det finnes imidlertid en likhet mellom resultatene her. I Teig og Jensens resultater viser det seg at den halvparten av de som ikke nådde kravet for moderat nivå, ikke valgte noe datasett til å støtte påstanden som de valgte. Vi ser i dataen ovenfor at det var to av fire elever som nådde kravet for basis nivå, men som ikke valgte ut datasett.

Det var kun en del av en oppgave som kvalifiserte som en kompleks oppgave. Der er elevene nødt til å abstrahere fenomenet som er gitt, grunnet flere variabler som ikke nødvendigvis korrelerer med hverandre. Deler av oppgaven tilsvarer basis og moderat nivå ved at elevene kun trenger å identifisere små sett med data, men denne dataen kan være enten tilpasset eller urelatert til oppgaven. Forklaringsenheten utfordrer elevene til å bruke naturvitenskapelig kunnskap til å forklare fenomenet eller ved å sammenligne datasettene med fenomenet. Omtrent en femtedel av elevene nådde det høyeste nivået for naturfaglige forklaringer ved å velge korrekt påstand, evidens og formulere en korrekt forklaring til dette. Av de resterende elevene var det ingen som formulerte en forklaring, og de fleste valgte korrekt påstand og noen tilfeller valgte korrekt evidens.

Hvis vi gjør en sammenligning mellom mine data fra oppgave 3 (tabell 9) og Teig og Jensens resultater, vil vi igjen kunne se en sammenheng. I undersøkelsen til Teig og Jensen, var det kun en femtedel som nådde det høyeste nivået for naturfaglige forklaringer. I mine data kan vi se at det er kun Bea sitt svar som kvalifiserer til helt riktig svar, ut ifra kriteriene.

Dette tilsvarer en fjerdedel, og er fortsatt ikke statistisk signifikant, men her er det heller ikke umulig å anta at denne sammenhengen ikke er tilfeldig. I likhet med Teig og Jensens resultater, var det ingen av de resterende elevene, som ikke nådde kravet for helt riktig svar, som formulerte en forklaring.

Kompetanseforskjell mellom 8.trinn og 10.trinn

Hvis vi sammenligner kompetansemålene for etter 7.trinn og 10.trinn (tabell 2), så er det en relativ forskjell i kunnskap og kompetanse. For 8.trinns-elever stilles det kun krav til å identifisere variabler, ikke avhengige og uavhengige variabler. Det største kompetanseskille finner vi i det som gjelder resonnement og forklaring. 8.trinns-elever skal kunne skille mellom observasjon og tolkning, organisere data, argumentere med årsak-virkning, konkludere, vurdere og presentere. 10.trinns-elever skal derimot kunne analysere og bruke innsamlet data til å formulere forklaringer, drøfte dette i lys av teori, og vurdere egen og andres utforskning. Når det gjelder modeller skal 8.trinns-elever kunne bruke og vurdere disse modellene, og samtidig vite hvorfor det brukes modeller i naturfag. 10. trinns-elever skal kunne bruke og lage modeller for å beskrive naturfaglige prosesser og systemer, og samtidig vurdere modellenes styrker og svakheter.

Forskjellen er stor når det gjelder kompetanser som dekker naturfaglige praksiser og tenkemåter. For 8.trinn kan kompetansemålene tolkes slik at eleven skal kunne utvise en relativ enkel forståelse av metodekunnskap. Elevene skal kunne skille mellom observasjon, en nøytral og detaljert beskrivelse av det som skjer, og tolkning, en subjektiv beskrivelse av hvorfor dette skjer. De skal kunne organisere data uten å analysere dette, men samtidig kunne identifisere årsak og virkning. De skal også kunne sammenfatte dette, vurdere feilkilder og kunne presentere funn på en oversiktlig måte. Ord som å forklare, drøfte, resonnerer og analysere er ikke nevnt en eneste gang. Hvis en tar utgangspunkt i disse kompetansemålene er det derfor ikke å forvente at elever i 8. trinn har de samme kompetansene til å formulere ordentlige naturfaglige forklaringer basert på naturfaglige prinsipper og teori, som 10. trinns-elever har. Likevel er nok ikke realiteten like svarthvit.

Implikasjoner

Naturfaglig forklaring og naturfaglig argumentasjon kan bli sett på som en helhetlig praksis eller to adskilte enheter (Berland & Reiser, 2009). Disse to synene kan ha implikasjon for undervisning i naturfag. Forskere som ser på naturfaglig forklaring og naturfaglig

argumentasjon som to uavhengige enheter, ønsker at disse skal komplementere hverandre. Dette kan gjøres gjennom elevdebatter, der elevene blir satt i opposisjon med ulike roller. Elevene får altså tildelt roller med ulike standpunkt og holdninger, som kanskje er ulikt deres egne meninger. Målet er i hvert fall å overbevise de andre elevene gjennom argumentasjon. Dette kan være med på å skape en klasseromsdiskurs der elever får prøvd ut naturfaglige forklaringer i praksis med andre elever.

Forskere som ser på naturfaglig forklaring og naturfaglig argumentasjon som en helhetlig praksis, ønsker at disse skal overlappes hverandre. Scardamalia og Bereiter (1994) mener denne kombinasjonen kan fungere som en kunnskapsbyggende prosess for elevene. Målene for naturfaglig forklaring og argumentasjon er hver for seg brede og ensbetydende, men ser en på disse enhetene som en felles praksis, kan en identifisere tre eksplisitte mål (Berland & Reiser, 2009). Å bruke evidens og naturvitenskapelige konsepter til å forstå fenomener blir beskrevet som det første målet. Å artikulere denne forståelsen gjennom språk og diskusjoner er beskrevet som det andre målet. Hvordan vi kan overtale andre med forklaringer, ved å ta i bruk naturvitenskapelige idéer og prinsipper for å koble sammen evidens og påstand er beskrevet som det tredje og siste målet.

Det er også studier som viser at elever med kunnskap om naturfaglige forklaringer, og viljen til å diskutere disse forklaringene, lærer mer (Bathgate et al., 2015). Det er altså en sterk korrelasjon mellom det å kunne formidle og artikulere naturfaglige ideer og å lære seg det. Ansvaret hviler på læreren sin kunnskap og evne til å støtte og modulere naturfaglige forklaringer og hvordan argumentasjon er bygget opp. Det handler om å skille, men også kunne se sammenhengen mellom den hverdagslige diskursen og den naturfaglige og kunnskapsbyggende diskursen. Elever kan nok føle at diskusjon er preget av usaklige ord og samtidig kan føre til uvennskap og fiendtlighet. Hvis elever tilegner seg slike oppfatninger angående argumentasjon og diskusjoner, kan det være bakgrunnen for at kumulative diskusjoner oppstår. Disse diskusjonene preges av enighet og aksept, og lite fordypning og kritisk tenkning (Mercer & Littleton, 2007). I naturfag er målet å oppnå det motsatte. Gjennom utforskende samtaler, der det er lov å være uenig eller kritisk uten å bli uvenner og samtidig utfordre hverandres teorier og idéer. McNeill og Krajcik (2008a, s. 125–132) har identifisert fem ulike metoder som lærere kan ta i bruk som støtte til elevene i naturfaglig forklaringer og argumentasjon:

Å forstå begreper i naturfag er essensielt for å kunne uttrykke kunnskap og forståelse. Det samme gjelder argumentasjon. Et argument består av tre enkle deler, en påstand eller en mening, fakta eller evidens og en begrunnelse eller forklaring. Artikkelen beskriver at en påstand eller en mening er det enkleste å forstå for elever. Dette er noe de ofte tar i bruk i hverdagen gjennom ulike samtaler. Det elevene derimot har vanskeligheter med å forstå er konseptene fakta/evidens og begrunnelse/forklaring. Her trekkes elevdiskusjon og veiledning frem som viktige støttestrukturer for å definere ulike begreper.

Det kan være fordelaktig å undersøke gode og dårlige eksempler på argumentasjon. Gode eksempler kan være med å vise elevene hvordan evidens og teori brukes for å støtte en påstand. Dårlige eksempler er like verdifullt å undersøke da det er muligheter for å trekke frem svakheter og misoppfatninger rundt argumentasjon. Her nevnes det i artikkelen at elevene bør få undersøke et dårlig eksempel og deretter peke på hva de synes burde være bedre. Læreren skal i dette tilfellet veilede med å bryte ned og modellere argumentet slik at elevene vurderer de ulike komponentene hver for seg. Deretter undersøkes et godt eksempel med samme fremgangsmåte.

Definering av begreper og modellering kan fort bli for teoretisk, slik at elevene ikke forstår viktigheten eller målet med argumentasjon. Gjennom utforskende arbeid er det tenkt at elevene skal jobbe på samme måte som forskere. Derfor bør det også legges vekt på at forklaringer og argumentasjon er en viktig fremgangsmåte for forskere med å forstå fenomener. Som forsker er en også opptatt av å overbevise andre med forklaringen sin. Da er det viktig at evidensene og argumentene er så sterke som mulig, slik at troverdigheten øker.

Elever driver ofte med argumentasjon i sitt sosiale liv, både bevisst og ubevisst. Diskusjoner om hvilke fotballag som er best, hva som skal gjøres i friminuttet, hvem som skal sitte i elevrådet. Dette har likheter med argumentasjon i forskning, og elevene kan ha nytte av å sammenlikne gjenkjennbare situasjoner med måten forskere gjør det. Dette gir også muligheten til å undersøke forskjellen mellom den hverdagslige betydningen og den naturfaglige betydningen av ord. I en hverdagslig sammenheng blir ordet *forklare* ofte ment som å *beskrive*. Eksempler på dette kan være: «Kan du forklare veien til biblioteket?» eller «Forklar hva du ser på det bildet.». Ordet forklare er koblet til det å beskrive noe, i motsetning til i vitenskapen, der det er koblet til påstand, evidens og argumentasjon.

For at elever skal lære seg å bli flinkere til å formulere naturfaglige argumenter er vurdering og tilbakemelding fra lærere og veiledere viktig. Når elever uttrykker seg, spesielt skriftlig, blir elevenes forståelse av det naturfaglige innholdet tydeligere. Det blir da lagt vekt på at tilbakemeldinger skal være tydelige og eksplisitte. Tilbakemeldinger må gjerne være spesifikke, og skal helst peke på styrker og svakheter ved elevene argumentasjon – for eksempel, «*Du skrev at den ene planten var blitt større enn den andre, hvordan kan du bevise det?*». Andre strategier for effektive tilbakemeldinger, som kan hjelpe elevene til å formulere naturfaglige argumenter er, å foreslå endringer og stille ledende spørsmål til forklaringene.

6 Konklusjon

Hensikten med denne studien var å undersøke 8.trinns elever og deres kompetanse i naturfaglige forklaringer og oppgaveløsning. Dette ble gjort ved å gjøre intervju og ta skjermopptak av oppgavegjennomføringen til fire elever. Oppgaveenheten som ble tatt i bruk tilhørte de frigitte eksempeloppgavene fra PISA-undersøkelsen i 2015. Oppgavene utfordret elevene i innholdskunnskap, metodekunnskap, men også deres kognitive evner til å løse komplekse oppgaver med ulike kognitive utfordringer. På bakgrunn av dette ble det dannet to forskningsspørsmål, som ble formulert slik:

1. *Hvordan kommer elevenes problemløsningskompetanse til uttrykk gjennom oppgaveløsning?*
2. *Hva slags kompetanser har 8.trinns-elever angående naturfaglige forklaringer?*

6.1 Problemløsning

Gjennom min undersøkelse har jeg kunnet observere og vurdere fire 8.trinns-elever i deres kompetanse angående problemløsning. Problemløsningen er delt inn i gjennomføring, påvirkningsfaktorer, og strategier.

Gjennomføring

Alle elevene forsøkte å gjennomføre samtlige av oppgavene i enheten. Tre av elevenes fremgangsmåte hadde en relativt lineær og logisk oppbygging. To av disse elevene valgte å gå videre til neste oppgave etter noen få forsøk, men den tredje eleven var mer grundig. Den siste eleven hadde en mer utradisjonell fremgangsmåte, ved å gå frem og tilbake mellom oppgavene i enheten. Dette førte til større forståelse for oppgavene og resulterte i flere riktige eller delvis riktige svar.

To elever løste store deler av oppgavene som tilsvarer problemkategoriene 1-4 og som inneholder middels til høy grad av kognitiv utfordring og kompleksitet. Kjennetegnet for disse elevene er at de er i stand til å løse komplekse oppgaver med flere steg, bruke og analysere kunnskap, resonnere og tolke data. En av elevene løste deler av oppgavene som tilsvarer problemkategoriene 1-3 og som inneholder både lav, middels og høy grad av kognitiv utfordring og kompleksitet. Kjennetegnet for denne eleven er at han er i stand til å

løse oppgaver med noen steg, identifisere og bruke kunnskap, men lite tolkning av data. En elev klarte ikke å løse noen av oppgavene som tilsvarer problemkategori 1-4 og som inneholder både lav, middels og høy kognitiv utfordring og kompleksitet. Kjentegnet for denne eleven er at hun kan forsøke å løse oppgaver med kun et steg og identifisere kunnskap, men dette forutsetter eksplisitt veiledning.

Faktorer

Faktorer som kan ha påvirket oppgaveløsningen til elevene er tekstformuleringer, kontekst, mestringstro og følelser (Bandura, 1997; Le Hebel et al., 2017; Pollitt & Ahmed, 2000). Å lese tekster og abstrahere det viktigste innholdet er en viktig evne for å løse oppgaver eller problemer. Elever som har vanskeligheter med dette, kan ofte miste oversikt over det oppgaven spør om. Kontekst kan bidra til en fordelaktig oppgaveløsning for elever som er kjent med konteksten fra tidligere. Mestringstro og følelser kan ha en sterk påvirkning på elevenes gjennomføringsevne. Elever som er trygge og rolige vil ha lettere for å gjennomføre komplekse oppgaver, men elever som er stresset og spente vil kunne ha vanskeligere for å gjøre riktig på komplekse oppgaver.

Strategier

Strategiene som ble tatt i bruk under oppgaveløsningen kunne tydelig minne om *Guess*-strategien og Pólyas problemløsningsstrategi (Persson, 2014; Pólya, 1990). *Guess* er den strategien som ble mest brukt, og den som ofte forekommer i vanlig undervisning. Elevene som tok i bruk denne strategien gjennomførte handlinger og svarte på oppgaven, men oppnådde lite forståelse for hvorfor de fikk akkurat det svaret. Pólyas problemløsningsstrategi kom til uttrykk gjennom en elev. Denne eleven så ut til å oppnå høyere forståelse ved å gå frem og tilbake mellom oppgavene i enheten. Dette kan vi observere ut ifra hvordan eleven løste de ulike oppgavene. Selv om eleven ikke formulerte noe i forklaringsfeltet, så er det tydelig at eleven skjønnte hva oppgaven gikk ut på og hvordan datasettene korrelerte med de svarene han gav. Eleven uttrykte en form for resonnement gjennom å tolke og velge ut data som evidens for de ulike påstandene.

6.2 Naturfaglige forklaringer

Gjennom min undersøkelse har jeg kunnet observere og vurdere fire 8.trinns-elever i deres kompetanse angående naturfaglige forklaringer. Naturfaglige forklaringer deles inn under komponentene påstand, evidens og resonnement, og vil derfor presenteres slik.

Påstand

Å velge seg ut påstander basert på evidens eller egne oppfatninger og forkunnskaper viste seg å være den enkleste komponenten for tre av de fire elevene. Å lage påstander er noe de fleste elever klarer å få til. I de fleste tilfeller kan påstander knyttes opp mot tidligere erfaringer eller personlige oppfatninger. Hvis vi tar utgangspunkt i tabell 5, som beskriver komponentforståelsen i naturfaglig forklaringer, så kan vi se at to elever befinner seg på basis nivå, og to elever befinner seg mellom moderat og komplekst nivå. Basis nivå beskriver elever som kan bekrefte fenomener som lett kan knyttes til erfaring, og med få variabler med enkelt mønster. Moderat og komplekst nivå tilsvarer elever som kan abstrahere informasjon, skille ut avvikende detaljer, som er vanskelig å knytte til erfaring. Her finnes det også flere variabler med et mer komplekst mønster.

Evidens

Å velge korrekt evidens var komponenten elevene samlet sett fikk færrest feil på, men er likevel en av de mer krevende delene innenfor naturfaglige forklaringer. Alle elevene fikk til å endre på variabler og kjørte minst en simulering. Det var imidlertid kun to av fire elever som mestret denne metoden for å genere nok data, som kunne brukes som evidens. Disse to elevene klarte også å identifisere avhengige og uavhengige variabler, for deretter å kunne kontrollere og manipulere disse. Samtidig viste disse to elevene struktur og forståelse ved å ta i bruk VOTAT-strategien. Disse elevene uttrykte forståelse ved å endre kun en variabel om gangen, mellom hver simulering. Tar vi utgangspunkt i tabell 5 og beskrivelsen av komponentforståelsen i naturfaglige forklaringer, så kan vi tyde at to elever befinner seg på basis nivå eller lavere, og to elever befinner seg mellom moderat og komplekst nivå når det gjelder evidens. De to elevene innenfor basis nivå eller lavere, kan frembringe evidens der datasettet er tilpasset og kan plottes inn direkte. De to elevene innenfor moderat og komplekst nivå, kan tolke evidens fra et større sett med data, der datasettet er blandet og ikke eksplisitt.

Resonnement

Å formulere gode resonnement og forklaringer med utgangspunkt i evidens, som støtte for påstanden, var den komponenten elevene hadde størst utfordring med. Det var kun to av fire elever som delvis fikk til denne komponenten. En av elevene forsøkte å tolke datasettene og velge ut data han mente kunne fungere som tilstrekkelig evidens til å støtte påstanden han hadde valgt ut, og ved et tilfelle formulerte den andre eleven en korrekt forklaring til en påstand om et fenomen. Hvis vi sammenligner komponentforståelsen i naturfaglige forklaringer fra tabell 5, så kan vi se at to av elevene ligger på basis nivå eller lavere og to elever ligger mellom moderat og komplekst nivå. De to elevene på basis nivå eller laver kan i noen tilfeller gjøre enkle logiske resonneringer og gjøre koblinger mellom oppgavetekst og variabler. Den ene eleven som ligger mellom moderat og komplekst nivå, kan gjøre spesifikke resonnement ved å ta i bruk naturfaglig kunnskap med utgangspunkt i oppgavetekst og evidens. Den andre eleven som ligger mellom moderat og komplekst nivå, kan gjøre generelle resonnement ved å gjøre logiske tolkninger mellom variabler og forståelse.

6.3 Refleksjon og videre forskning

Gjennom denne masteroppgaven ble det tatt i bruk frigitte oppgaver tilknyttet PISA-undersøkelsen fra 2015 for å gjøre en kvalitativ studie av elevers kompetanse i naturfaglige forklaringer og problemløsning. Ved å ta i bruk disse oppgavene, kunne jeg stole på at dette var kvalitetssikret og begrunnet i rammeverk. Dette hadde vært en krevende operasjon å utvikle på egen hånd. I og med at det var flere oppgaveenheter å velge mellom, kunne jeg selv ta i bruk den oppgaveenheten jeg mente var formålstjenlig for denne oppgaven. I etterkant av undersøkelsen må jeg innrømme at oppgaveenheten kan ha vært for vanskelig for disse 8. trinns-elevene. Noen av enkleste oppgavene i enheten kan ha passet med 8. trinns kompetansemål, men de mer krevende oppgavene var nok mer rettet mot 10. trinns kompetansemål. Deres kompetanse samsvarer ikke med 10. trinns-elever hvis en sammenligner kompetansemålene for de to trinnene. Det var likevel interessant å få undersøkt nivået til 8. trinns-elever, og sammenligne dette med 10. trinns-elevene. Jeg har også erfart at intervjuguiden min skulle inneholdt flere tema eller spørsmål knyttet til de ulike utfordringene elever har til både naturfaglige forklaringer og problemløsning. Dette kunne vært med å belyse funnene, og kanskje forsterke kvaliteten på studien. Det finnes

likevel noen styrker i metoden for studien. Skjermopptak av elevenes oppgaveløsning bidrar til krystallklare bilder av hva elevene foretar seg til enhver tid. Det er kun skjermen og musepekeren som er i fokus, og sikrer elevenes anonymitet. Opptakene gir derfor mengder med unike data, som kan benyttes til ulike formål. I tillegg er det noen styrker ved intervjuet som ble gjennomført umiddelbart i etterkant av oppgaveløsningen. Elevene fikk mulighet til å dele sine følelser og oppfatninger knyttet til gjennomføring, imens dette fortsatt satt ferskt i minnet. Dette var med på å gi en dypere forståelse av elevenes tanker omkring gjennomføring og løsningsprosesser.

Denne masteroppgaven er fokusert rundt fire 13. åringer, og resultatene fra denne studien representerer derfor ikke alle 13. åringer. Funnene ville nok vært annerledes hvis jeg hadde valgt fire elever fra en annen skole. Likevel gir resultatene fra denne studien et inntrykk av hvordan enkelte elever i 8. trinn forstår naturfaglige forklaringer og hvordan de jobber med komplekse oppgaver. Et annet viktig funn, som ikke svarer til oppgavens formål, men som er verdt å nevne, er hvordan slik oppgaveløsning kan gi verdifull innsikt i hvordan elever velger å løse oppgaver. Elever som uttrykker lavt læringspotensial gjennom vanlig lærebokundervisning, kan kanskje ha nytte av eller vise sin kompetanse i arbeid med slike digitale oppgaver. Oppgavene kan fungere som en ressurs for utvikling, vurdering og læring, hvis en klarer å se potensialet. Forhåpentligvis kan funnene i denne undersøkelsen bidra til videre forskning eller utvikling av undervisning.

Oppgaven ble forsøkt begrenset med de rammene som ble satt, men det er likevel rom for videre forskning. Denne undersøkelsen satte ingen forutsetninger for elevene, og resultatene er derfor preget av den kunnskapen og kompetansen de har fått gjennom undervisning og ellers i livet. Det kunne derimot vært interessant og gjort en lengere studie, der elevene får eksplisitt undervisning i problemløsningsstrategier, og sett hvordan dette ville påvirket oppgaveløsningen til elevene.

Å formulere forklaringer i form av resonnement som koordinerer teori og evidens er en krevende øvelse for både 8. trinn- og 10. trinns-elever. Det hadde vært interessant å se hvordan undervisning tar for seg naturfaglige forklaringer eller hvordan lærerne tolker kompetansemålene som er rettet mot naturfaglige praksiser og tenkemåter for de ulike trinnene.

Litteraturliste

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman.
- Bathgate, M., Crowell, A., Schunn, C., Cannady, M., & Dorph, R. (2015). The Learning Benefits of Being Willing and Able to Engage in Scientific Argumentation. *International Journal of Science Education*, 37(10), 1590–1612. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1045958>
- Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797–817. <https://doi.org/10.1080/095006900412284>
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26–55. <https://doi.org/10.1002/sce.20286>
- Bøhle, K. (2020, februar 25). *Naturvitenskapelige arbeidsmåter—Naturfag*. ndla.no. <https://ndla.no/nb/subject:1:721307df-c384-4a7f-ad69-668853c766c6/topic:9:46a52646-8e07-472f-9e2d-564a93ce8757/topic:9:c8fff77a-ffe5-46ff-8aa7-41ddd44a2226/resource:1:172940>
- Capps, D. K., Crawford, B. A., & Conostas, M. A. (2012). A Review of Empirical Literature on Inquiry Professional Development: Alignment with Best Practices and a Critique of the Findings. *Journal of Science Teacher Education*, 23(3), 291–318. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9275-2>
- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in Science: A Comparison of Deep and Surface Approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 109–138. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(200002\)37:2<109::AID-TEA3>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200002)37:2<109::AID-TEA3>3.0.CO;2-7)
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The Role of Anomalous Data in Knowledge Acquisition: A Theoretical Framework and Implications for Science Instruction.

-
- Review of Educational Research*, 63(1), 1–49.
<https://doi.org/10.3102/00346543063001001>
- De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179–201. <https://doi.org/10.3102/00346543068002179>
- Delen, I., & Krajcik, J. (2015). What Do Students' Explanations Look Like When They Use Second-Hand Data? *International Journal of Science Education*, 37(12), 1953–1973. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1058989>
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A)
- Geifman, D., & Raban, D. R. (2015). Collective Problem-Solving: The Role of Self-Efficacy, Skill, and Prior Knowledge. *Interdisciplinary Journal of E-Skills and Life Long Learning*, 11, 20.
- Greiff, S., Niepel, C., Scherer, R., & Martin, R. (2016). Understanding students' performance in a computer-based assessment of complex problem solving: An analysis of behavioral data from computer-generated log files. *Computers in Human Behavior*, 61, 36–46. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.02.095>
- Haug, B. S., Sørborg, Ø., Mork, S. M., & Frøyland, M. (2021). Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter – på vei mot et tolkningsfellesskap: Scientific practices– towards a common understanding. *Nordic Studies in Science Education*, 17(3), 293–310. <https://doi.org/10.5617/nordina.8360>

-
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A., & Duschl, R. A. (2000). Doing the lesson or doing science: Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757–792. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200011\)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F)
- Kahn, R. L., & Cannell, C. F. (1957). *The dynamics of interviewing*. John Wiley & Sons, Inc.
- Kjærnsli, M., & Jensen, F. (2015). *2 Naturfag i PISA: definisjon og oppgaver*. 17.
- Kjærnsli, M., & Jensen, F. (Red.). (2016). *Stø kurs: Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015*. Universitetsforlaget. <https://doi.org/10.18261/9788215027463-2016>
- Kjærnsli, M., Nordtvedt, G. A., & Jensen, F. (2014). *Norske elevers kompetanse i problemløsning i PISA 2012*. Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual Space Search During Scientific Reasoning. *Cognitive Science*, 12(1), 1–48. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1201_1
- Krogtoft, M., & Sjøvoll, J. (Red.). (2018). *Masteroppgaven i lærerutdanninga temavalg, forskningsplan, metoder* (2. utg.). Cappelen Damm akademisk. <https://www.idunn.no/doi/pdf/10.18261/9788215027463-2016-03>
- Kuhn, D. (2010). What is Scientific Thinking and How Does it Develop? I U. Goswami (Red.), *The Wiley-Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development* (s. 497–523). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444325485.ch19>
- Kunnskapsdepartementet. (2015). *NOU 2015: 8*. regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-8/id2417001/>
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordnet del—Verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Fastsatt som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/opplaringens-verdigrunnlag/1.3-kritisk-tenkning-og-etisk-bevissthet/?kode=nat01-04&lang=nob>

-
- Kunnskapsdepartementet. (2020). *Læreplan i naturfag* (NAT01-04 utg.).
<https://www.udir.no/lk20/nat01-04>
- Le Hebel, F., Montpied, P., Tiberghien, A., & Fontanieu, V. (2017). Sources of difficulty in assessment: Example of PISA science items. *International Journal of Science Education, 39*(4), 468–487. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1294784>
- Lizotte, D. J., Harris, C. J., McNeill, K. L., Marx, R., & Krajcik, J. S. (2003). *Usable Assessments Aligned with Curriculum Materials: Measuring Explanation as a Scientific Way of Knowing*. 20.
http://websites.umich.edu/~hiceweb/PDFs/2003/Lizotte_rubrics_AERA2003.pdf
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (1982). *Thinking mathematically*. Addison-Wesley Pub. Co.
- McNeill, K. L. (2011). Elementary students' views of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year. *Journal of Research in Science Teaching, 48*(7), 793–823. <https://doi.org/10.1002/tea.20430>
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2007). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. I M. C. Lovett & P. Shah (Red.), *Thinking With Data* (0 utg., s. 233–265). Psychology Press.
<https://doi.org/10.4324/9780203810057>
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008a). *Inquiry and Scientific Explanations: Helping Students Use Evidence and Reasoning*. 15.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. S. (2008b). Assessing middle school students' content knowledge and reasoning through written scientific explanations. I J. Coffey, R. Douglas, & W. Binder (Red.), *Science Assessment: Research and Practical Approaches*. (s. 21). National Science Teachers Association Press.

-
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting Students' Construction of Scientific Explanations by Fading Scaffolds in Instructional Materials. *Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153–191. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1502_1
- McNeill, K. L., & Martin, D. M. (2011). Demystifying data during a unit on simple machines. *National Science Teacher Association*, 48(8), 5.
- Mercer, N., & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the development of children's thinking: A sociocultural approach*. Routledge.
- Metz, K. E. (2000). Young children's inquiry in biology: Building the knowledge bases to empower independent inquiry. I J. M. Minstrell & E. H. Zee (Red.), *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science* (s. 371–404). American Association for the Advancement of Science.
- Mork, S. (2006). *Argumentasjon som læringsstrategi: Hvordan kan læreren tilrettelegge for elevenes faglige argumentasjon* (s. 127–144).
- OECD. (2014). *PISA 2012 Results: Creative Problem Solving (Volume V): Students' Skills in Tackling Real-Life Problems*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264208070-en>
- Osborne, J. F., Henderson, J. B., MacPherson, A., Szu, E., Wild, A., & Yao, S.-Y. (2016). The development and validation of a learning progression for argumentation in science: LEARNING PROGRESSION FOR ARGUMENTATION IN SCIENCE. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(6), 821–846. <https://doi.org/10.1002/tea.21316>
- Persson, J. (Red.). (2014). *Problemløsning*. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Pollitt, A., & Ahmed, A. (2000). Comprehension Failures in Educational Assessment. *Paper Presented at the European Conference on Educational Research, Edinburgh, 17*.
- Pólya, G. (1990). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2. ed). Penguin Books.

- Postholm, M. B., & Jacobsen, D. I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Cappelen Damm akademisk.
- Reid, N., & Yang, M.-J. (2002). Open-ended problem solving in school chemistry: A preliminary investigation. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1313–1332. <https://doi.org/10.1080/09500690210163189>
- Rodrick Beiler, I., M. Brevik, L., & Christiansen, T. (2021). Skjermopptak som forskningsmetode i og utenfor klasserommet. I E. I. Andersson-Bakken & C. Dalland Pedersen (Red.), *Metoder i klasseromsforskning* (s. 239–260). Universitetsforlaget.
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The Quality of Students' Use of Evidence in Written Scientific Explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23–55. https://doi.org/10.1207/s1532690xci2301_2
- Sandoval, W. A., & Reiser, B. J. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88(3), 345–372. <https://doi.org/10.1002/sce.10130>
- Savin-Baden, M., & Major, C. H. (2012). *Qualitative research: The essential guide to theory and practice*. Routledge.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994). Computer Support for Knowledge-Building Communities. *Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 265–283. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0303_3
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.
- Semantix. (u.å.). *Hva er transkribering?* Semantix. Hentet 31. januar 2022, fra <https://www.semantix.com/no/transkribering>
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337–1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>

-
- Syahrole, A., Ag Saman, A., Malaysia, U., Kin, S., & Chin, K. E. (2016, januar 1). *A Model for Mathematics Problem Solving*.
- Teig, N., & Jensen, F. (2021, september 30). *Leveraging log data to examine students' progression in constructing scientific explanation*. Beyond Results 2021: From log data to valid inferences – Theory-based construction of process indicators, Webinar. <https://beyond-results.com/frankfurt2021/>
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument* (Updated ed). Cambridge University Press.
- Tschirgi, J. E. (1980). Sensible Reasoning: A Hypothesis about Hypotheses. *Child Development, 51*(1), 1. <https://doi.org/10.2307/1129583>
- Utdanningsdirektoratet. (2020, august 25). *Den internasjonale studien PISA*. Utdanningsdirektoratet. <https://www.udir.no/tall-og-forskning/internasjonale-studier/pisa/>
- Van Driel, J. H., Meirink, J. A., van Veen, K., & Zwart, R. C. (2012). Current trends and missing links in studies on teacher professional development in science education: A review of design features and quality of research. *Studies in Science Education, 48*(2), 129–160. <https://doi.org/10.1080/03057267.2012.738020>
- Vollmeyer, R., Burns, B. D., & Holyoak, K. J. (1996). The Impact of Goal Specificity on Strategy Use and the Acquisition of Problem Structure. *Cognitive Science, 20*(1), 75–100. https://doi.org/10.1207/s15516709cog2001_3
- White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, Modeling, and Metacognition: Making Science Accessible to All Students. *Cognition and Instruction, 16*(1), 3–118. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1601_2
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(1), 35–62. <https://doi.org/10.1002/tea.10008>

Aanesen, K. H. (2020, oktober 21). *Forskningsutvalg i kvalitative forskningsprosjekt*.

Nasjonal Digital Læringsarena. [https://ndla.no/subject:1:fb6ad516-0108-4059-acc3-](https://ndla.no/subject:1:fb6ad516-0108-4059-acc3-3c5f13f49368/topic:1:860e0dc0-7691-4b90-ba3b-8a00c39c9448/topic:1:6422199b-cd4c-4728-8560-e357482c14d2/resource:3ce09eca-78cb-432f-912a-1baeeb9c4607)

[3c5f13f49368/topic:1:860e0dc0-7691-4b90-ba3b-8a00c39c9448/topic:1:6422199b-](https://ndla.no/subject:1:fb6ad516-0108-4059-acc3-3c5f13f49368/topic:1:860e0dc0-7691-4b90-ba3b-8a00c39c9448/topic:1:6422199b-cd4c-4728-8560-e357482c14d2/resource:3ce09eca-78cb-432f-912a-1baeeb9c4607)

[cd4c-4728-8560-e357482c14d2/resource:3ce09eca-78cb-432f-912a-1baeeb9c4607](https://ndla.no/subject:1:fb6ad516-0108-4059-acc3-3c5f13f49368/topic:1:860e0dc0-7691-4b90-ba3b-8a00c39c9448/topic:1:6422199b-cd4c-4728-8560-e357482c14d2/resource:3ce09eca-78cb-432f-912a-1baeeb9c4607)

Vedlegg 1: Intervjuguide

Intervjuguide – Elever

Bakgrunn:

Grunnen til at vi sitter her er at jeg ønsker å høre refleksjoner og tanker rundt oppgavene du nettopp gjennomførte. Din deltagelse i intervjuet er frivillig, og du kan når som helst trekke deg. Både underveis i intervjuet eller etter. Alle data og opplysninger blir anonymisert, og ingen navn vil bli brukt mtp. Sitat i skriftlige henvisninger.

PISA 2015

Løping i varmt vær
Spørsmål 4 / 5

► Hvordan kjøre simuleringen

Bruk informasjonen nedenfor, og kjør simuleringen for å få fram data. Svar på spørsmålet ved å klikke på et av alternativene. Velg deretter data i tabellen, og skriv en begrunnelse for svaret ditt.

Ifølge simuleringen, hva er den høyeste lufttemperaturen en person kan løpe i uten å få hetslag, når luftfuktigheten er 40 % og personen løper i én time?

20 °C
 25 °C
 30 °C
 35 °C
 40 °C

★ Velg to rader med data i tabellen for å støtte svaret ditt.

Forklar hvordan disse dataene støtter svaret ditt.

Kjør

Lufttemperatur (°C) 20 25 30 35 40
 Luftfuktighet (%) 20 40 60
 Driker vann Ja Nei

Lufttemperatur (°C)	Luftfuktighet (%)	Driker vann	Svette- mengde (liter)	Væske- tap (%)	Kropp- temperatur (°C)

Figur 8 Eksempel på oppgave elevene skal løse

Utdeling av informasjonsskriv, samtykkeskjema.

Hovedtema

1. Om oppgaven/skjermopptak

- a. Umiddelbare tanker om oppgaven? Hvordan følte du det gikk?
- b. Hva tenkte du i det du begynte på første oppgave?
- c. Du brukte kort/lang tid på introduksjonsiden, hvorfor det?
- d. Du kjørte få/mange simuleringer, hva var grunnen til det?
- e. Du skrev i forklaringsfeltet «fra skjermopptak», kunne du forklart det på en annen måte?
- f. Kunne du / er det noe du ville gjort noe annerledes? Hva?
- g. Hvorfor tror du at du fikk en slik oppgave? Hva er målet?

2. Argumentasjon

- a. Hvorfor tror du det er viktig med begrunnelser/forklaringer i naturfag?
- b. Hva tror du er viktig å ha med i en god forklaring?
- c. Har du lært om/drevet med argumentasjon i naturfag? Kan du fortelle litt om det?
 - i. Klassediskusjoner/debatt?
- d. Hva ser du på som viktig når du skal prøve å argumentere for noe?
(Eksempler)

3. Kritisk tenkning

- a. Kritisk tenkning står i læreplanen og innebærer en rekke egenskaper som er ansett som viktige. F.eks. finne informasjon, reflektere og analysere, forklare og løse problemer. Hvorfor tror du det er viktig at elever skal bli flinke til dette?
- b. Hvordan kan man bli flinkere til å bli en kritisk tenker, tror du?

4. Algoritmisk tenkning

- a. Algoritmisk tenkning henger sammen med kritisk tenkning, men her det større fokus på utforsking, feilsøking, læring av feil og prøve igjen, og samarbeid?
- b. Algoritmisk tenkning blir ofte koblet sammen med spill. Det finnes skoler som tester ut læring gjennom å bruke spill. Hva tenker du om dette?

5. Avslutning

- a. Har du en kommentar, helt til slutt

Takk for deltagelsen

Vedlegg 2: Infoskriv og samtykkeerklæring

Vil du delta i forskningsprosjektet

Elever i møte med kompliserte oppgaver og problemløsning

Dette er et spørsmål til ditt barn om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke elevers tilnærming til kompliserte oppgaver. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for ditt barn.

Formål

Med dette prosjektet ønsker jeg å oppnå innsikt og kunnskap om elevenes kognitive prosesser når de arbeider med oppgaver som ikke har et klart svar eller en tydelig fremgangsmåte. Prosjektet og resultatene skal benyttes til å besvare forskningen til en masteroppgave.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Høgskolen i Innlandet - Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk / Institutt for matematikk, naturfag og kroppsøving er ansvarlig for prosjektet. Nani Teig ved UIO er ansvarlig veileder.

Hvorfor får ditt barn spørsmål om å delta?

Denne skolen er tilfeldig utvalgt til dette prosjektet der vi søker 4-5 naturfagelever i ungdomsskolen. Det stilles ingen krav til bestemte kunnskaper eller ferdigheter.

Hva innebærer det for ditt barn å delta?

Prosjektet innebærer at elevene blir observert samtidig som de løser oppgaver digitalt. De får ca. 30 minutter til å løse oppgavene. Oppgavene vil bestå av oppgavetekst, interaktive knapper og svarområde. Det gjøres skjermopptak under gjennomføringen.

I etterkant av gjennomføringen, vil det bli stilt oppfølgingsspørsmål i et intervju for å belyse valgene som ble gjort. Det vil bli gjort opptak av intervjuet med diktafon fra HINN. Eleven gir selv muntlig samtykke til at opptaket blir gjennomført.

Observasjonene, intervjuet og resultatene fra oppgaven registreres elektronisk.

Du som forelder trenger kun å gi samtykke for ditt barn.

Dersom dere ønsker innsyn i oppgavene og intervju spørsmålene på forhånd, ta kontakt med Hans Bjørnsgaard på telefon 45 88 84 31 eller via mail hansbjornsgaard@gmail.com. Dette gjelder også ved andre henvendelser.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du gir ditt samtykke til at ditt barn kan delta, kan du når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle deres opplysninger vil da bli anonymisert. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg eller barnet hvis han/hun ikke vil delta eller senere velger å trekke seg. Det vil ikke påvirke ditt eller ditt barns forhold til skolen eller læreren, og vil heller ikke påvirke vurderingsgrunnlaget ditt i faget eller andre fag.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om ditt barn til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Det er kun jeg, Hans Bjørnsgaard, og veileder, Nani Teig, som vil ha tilgang til opplysningene. Dataen vil lagres på en sikker server på høgskolen og slettes når prosjektet er ferdig og godkjent i juni 2022.

Ingen deltakere, hverken skoler, lærere eller elever vil kunne gjenkjennes i publikasjonen. Så fort navnene på elever, lærere og skoler har blitt erstattet med en kode, blir personidentifiserende opplysninger slettet.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektet skal etter planen avsluttes i juni 2022. Alle skjermopptak og personopplysninger slettes før prosjektets slutt. Anonymiserte data kan fremdeles brukes til forskning på nasjonalt nivå, for å forske videre på gjennomsnittet av lærere og elever i Norge.

Dine rettigheter

Så lenge ditt barns personidentifiserende opplysninger kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om ditt barn basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Høgskolen i Innlandet - Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk / Institutt for matematikk, naturfag og kroppsøving har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

-
- Veileder, Høgskolen i Innlandet, Nani Teig, på epost (nani.teig@inn.no) eller på telefon: 62 51 78 38
 - Personvernombud, Høgskolen i Innlandet, Usman Asghar, på epost (usman.asghar@inn.no) eller på telefon: 61 28 74 83

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Nani Teig

Hans Bjørnsgaard

(Forsker/veileder)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til mitt barns:

- Deltagelse i prosjektet
- Deltagelse i et personlig intervju

Jeg samtykker til at mitt barns opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 3: Godkjenning NSD

Behandlingen av personopplysninger er vurdert av NSD. Vurderingen er:

Det er vår vurdering at behandlingen vil være i samsvar med personvernlovgivningen, så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet 10.11.2021 med vedlegg, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og NSD. Behandlingen kan starte.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 01.06.2022.

TAUSHETSPLIKT

Deltagerne i prosjektet (lærerne) har taushetsplikt. Intervjuene må gjennomføres uten at det fremkommer opplysninger som kan identifisere elever.

LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

PERSONVERNPRINSIPPER

NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke behandles til nye, uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), og dataportabilitet (art. 20).

NSD vurderer at informasjonen om behandlingen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

Ved bruk av databehandler (spørreskjemaleverandør, skylagring eller videosamtale) må behandlingen oppfylle kravene til bruk av databehandler, jf. art 28 og 29. Bruk leverandører som din institusjon har avtale med.

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og/eller rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde: nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema

Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!