



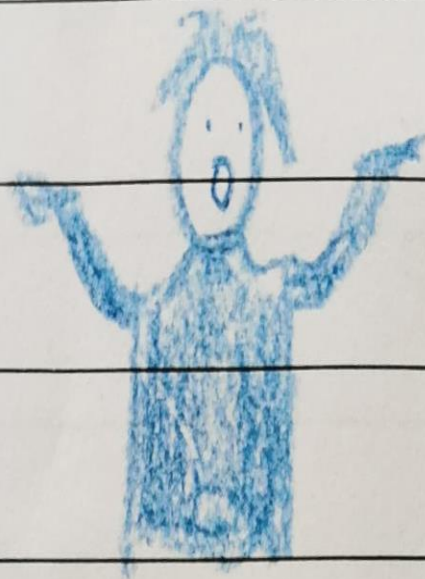
UiT Norges arktiske universitet

Institutt for lærerutdanning og pedagogikk

En komparativ case studie av elevers muntlig og skriftlig uttrykte matematiske kompetanse

Albert Seeger Bjørnerem

Masteroppgave i Lærerutdanning 5.-10. trinn, mai 2022



Kan ikke forklare skriftlig

Forord

Å skrive masteroppgave har vært en lang prosess som jeg har opplevd som krevende. Gjennom denne prosessen har jeg opparbeidet relevant innsikt i spesielt vurdering og konsekvenser tilknyttet hvordan vurdering implementeres, noe som uten tvil vil være relevant for min fremtid som lærer. Selv om det kun står mitt navn på forsiden av denne oppgaven, har jeg ikke måttet møte denne utfordringen alene. Det finnes mange personer som har hjulpet meg, og som jeg derfor ønsker å takke.

Først og fremst ønsker jeg å takke læreren ved skolen hvor datainnsamlingen foregikk. Dette prosjektet ville ikke fungert uten din hjelp. Videre ønsker jeg å takke de fantastiske elevene på skolen som jeg observerte. Jeg storkoste meg med gjennomføringen av undervisningsoppleggene og datainnsamlingen, og mistenker at jeg lærte mer av disse elevene enn de lærte av deltakelse i mine undervisningsøkter. En stor takk til faren min som har hjulpet med både korrekturlesning og oppvask etter at oppvaskmaskinen min streiket i innspurten av masteroppgaven. Deretter vil jeg takke min veileder Anita Movik Simensen, for gode innspill og spennende diskusjoner. Videre ønsker jeg å takke Vince Gilligan, for produksjon av *Breaking bad*. I innspurten av masteroppgaven har denne tv-serien vært til stor hjelp å ha i sidesynet. Til slutt ønsker jeg å takke medstudenter, familie og venner for å ha stått ved min side gjennom hele denne perioden.

Tromsø, mai 2022.

Albert Seeger Bjørnerem

Sammendrag

I dette forskningsprosjektet ble ungdomsskoleelevers (9. og 10. trinn) uttrykte matematiske kompetanse innenfor emnet funksjonslære undersøkt. Studien sammenlignet skriftlig og muntlig uttrykt matematisk kompetanse blant 12 elever i forbindelse med et undersøkende undervisningsforløp. Vurdering av deltakernes muntlig uttrykt matematiske kompetanse var basert på muntlige innspill som kom til uttrykk i undervisningsforløpet, imens skriftlig uttrykt matematisk kompetanse ble vurdert på bakgrunn av en skriftlig individuell prøve gjennomført etter undervisningsforløpet. Det ble i tillegg undersøkt uttrykte holdninger hos deltakerne som kunne være til hinder for å utvikle og uttrykke deres matematiske kompetanse.

Det ble benyttet kvalitative metoder, i form av observasjon, videoopptak og en skriftlig test. Datamaterialet ble transkribert, kodet og kategorisert gjennom bruk av tematisk analyse. Det ble utviklet en *rubric* for å kategorisere kvaliteten av deltakernes uttrykte matematiske kompetanse. Uttrykte holdninger ble gjennom en kombinasjon av empirinær og tematisk koding kategorisert.

Studiens hovedfunn var at 10 av de 12 deltakernes muntlige uttrykte matematiske kompetanse ble vurdert til å være av høyere kvalitet sammenlignet med vurderingen av deres skriftlige uttrykte matematiske kompetanse. Ytterligere funn indikerte at ensidig vurdering var spesielt utfordrende for elever vurdert som lavtpresterende (av deres egen lærer). Uttrykt lav selvtillit og negative holdninger til matematikkfaget ble identifisert hos en deltaker som et mulig hinder for fremtidig mestring. To deltakere ga uttrykk for å være stille og beskjedne, og hadde få muntlige bidrag og innspill i undervisningen. Dette ble identifisert som et hinder for deres mulighet til å utvikle og uttrykke relevante matematiske kompetanser.

I avhandlingen diskuteres det hvorvidt ensidig vurdering ikke fange opp deltakernes helhetlige matematiske kompetanse. Dette i kombinasjon med at deltakerne viste bedre muntlige prestasjoner, anbefales det derfor ikke bruk av skriftlige individuelle prøver som ensidig vurderingsform. The *data-gathering paradigm* trekkes frem som en fremtidsrettet løsning for å danne et mer rettferdig vurderingsgrunnlag, samt fremme elevdeltakelse, motivasjon og prestasjoner.

INNHold

1	Introduksjon	1
1.1	Bakgrunn for valg av tema, problemstilling of forskningsspørsmål	1
2	Teori	5
2.1	Matematisk kompetanse	5
2.1.1	Begrepsmessig forståelse	5
2.1.2	Beregning	6
2.1.3	Anvendelse	6
2.1.4	Resonnering.....	6
2.1.5	Engasjement	7
2.2	Fagfornyelsen	7
2.2.1	Fagfornyelsen og funksjonslære.....	7
2.2.2	Fagfornyelsen og kjerneelementer	8
2.2.3	Fagfornyelsen og vurdering	9
2.3	Vurdering i matematikk.....	10
2.3.1	Formativ vurdering.....	10
2.3.2	<i>Point-gathering paradigm</i> og <i>data-gathering paradigm</i>	11
2.3.3	Sammenligning av skriftlig og muntlig vurdering i matematikk	13
2.3.4	Matematisk kompetanse i lys av lese- og skriveferdigheter.	14
2.4	Undersøkende undervisning	14
2.5	Psykologi i matematikk	15
2.5.1	<i>Growth mindset</i> og <i>fixed mindset</i>	16
2.5.2	Mestringsforventninger	16
2.6	Sosiomatematiske normer.....	18

2.7	Muntlig elevdeltakelse.....	19
3	Metode.....	20
3.1	Vitenskapsteoretisk bakgrunn.....	20
3.2	Forskningsspørsmål	21
3.3	Case studie.....	22
3.4	Kvalitative metoder	24
3.4.1	Observasjon.....	25
3.4.2	Videoptak	26
3.4.3	Skriftlige prøver	28
3.5	Datainnsamlingen	29
3.5.1	Utvalg av deltakere.....	29
3.5.2	Rammer rundt datainnsamlingen	30
3.6	Utvikling av datainnsamlingen.....	33
3.6.1	Utvikling av datainnsamlingens innhold.....	33
3.6.2	Utforming av undervisningsforløpet	36
3.6.3	Utforming av skriftlig pre- og post-test.....	37
3.7	Analysemetode – Tematisk analyse	39
3.7.1	Transkripsjon.....	39
3.7.2	Tematisk analyse	41
3.7.3	Kategorisering av kvaliteten til deltakernes uttrykte matematiske komeptanse - Rubric	42
3.7.4	Bakgrunn for utvikling av rubric.....	43
3.7.5	Kategorisering av uttrykte holdninger.....	46
3.8	Validitet	47
3.8.1	Begrepsvaliditet.....	47
3.8.2	Indre validitet	48

3.8.3	Ytre validitet.....	49
3.9	Reliabilitet	49
3.10	Etikk.....	50
4	Funn og analyse.....	52
4.1	Funn 1 - Antydning til at den skriftlige post-testen ikke registrerte helheten av deltakernes matematiske kompetanse	55
4.2	Funn 2 – Antydning til ta elever kategorisert som lavtpresterende har vansker for å uttrykke kompetanser både muntlig og skriftlig	62
4.3	Funn 3 - Uventet lav prestasjon hos deltaker kategorisert som høytpresterende	63
4.4	Funn 4 – Deltaker kategorisert som lavtpresterende som ga uttrykk for å tvile på egne kompetanser	63
4.5	Funn 5 - Deltakere som ikke uttrykte deres matematiske kompetanse muntlig	65
5	Diskusjon.....	66
5.1	Funn 1 - Antydning til at den skriftlige post-testen ikke registrerte helheten av deltakernes matematiske kompetanse	66
5.1.1	Individuelle skriftlige prøver er ikke en objektiv måte å måle elevers matematiske kompetanser	67
5.1.2	Sosiomatematiske normer som faktor	67
5.1.3	Skrive- og leseferdigheter som faktor	69
5.1.4	Utfordrende å formulere indre monolog til tekst	69
5.1.5	Løsninger?.....	70
5.2	Funn 2 – Antydning til at elever kategorisert som lavtpresterende har vansker for å uttrykke kompetanser både muntlig og skriftlig	70
5.3	Funn 3 - Uventet lav prestasjon hos deltaker kategorisert som høytpresterende	72
5.4	Funn 4 - Deltaker kategorisert som lavtpresterende som ga uttrykk for å tvile på egne kompetanser	73
5.5	Funn 5 - Deltakere som ikke uttrykte deres matematiske kompetanse muntlig	77

5.6	Eksamen – på tur ut?	81
6	Avslutning	82
6.1	Veien videre.....	83
7	Referanseliste	84
8	Vedlegg	89
	89	

1 Introduksjon

Jan Roksvold, en engasjert foreleser og veileder ved UiT, ønsket at masterstudentene skulle inkludere et sitat som poengterte essensen av deres forskningsprosjekt. Innledningsvis velger jeg derfor å ta utgangspunkt i følgende sitat:

“Everyone is a genius, but if you judge a fish by its ability to climb a tree, it will forever think it is stupid.”

Opprinnelsen til sitatet er omdiskutert, men jeg tenker at poenget det illustrerer er tydelig. Boaler (2015a) hevder at matematikkfaget er et psykologisk fag, og det er mange lærere som gjennom bruk av vurdering overbeviser sine elever om at de ikke kan lære seg matematikk. Slik jeg vil argumente i følgende delkapittel er vurdering i matematikk en utfordring, og hvordan det skal implementeres i norsk skole er en pågående debatt. I masteroppgaven diskuteres det viktigheten av at fortløpende vurdering benyttes for å måle elevers helhetlige matematiske kompetanse, samt benyttes som et verktøy for å fremme motivasjon, holdninger til faget og prestasjonsevner.

1.1 Bakgrunn for valg av tema, problemstilling of forskningsspørsmål

Denne masteroppgaven markerer slutten på min femårige lærerutdanning ved UiT, og hvis det er ett hovedpoeng som skal sammenfatte den matematikdidaktiske utdanningen jeg har blitt eksponert for så langt i lærerutdanningen min, er det at min fremtidige praksis bør være preget av undersøkende matematikkundervisning. Denne undervisningsformen har blitt presentert som fremtidsrettet, hvor en av de største fordelene er lav inngangsterskel og stor takhøyde, slik at alle elever har utbytte av undervisningsformen. Undervisningsformen passer blant annet Fagfornyelsens kjerneelementer (Utdanningsdirektoratet, 2019a), og tilrettelegger for utvikling av det OECD definerer som *21st Century skills* (OECD, 2018). Til felles fokuserer kjerneelementene og *21st century skills* innenfor matematikkfaget på kritisk tenkning, kreativitet og undersøkelse.¹

¹ Avsnittet er hentet fra eksamen i LER-3500

Opprinnelig handlet forskningsprosjektet om en sammenligning av elevers prestasjonsevner før og etter deltakelse i et undersøkende undervisningsforløp, vurdert ved å sammenligne resultater fra skriftlige individuelle pre- og post-tester. Jeg var ute etter å undersøke om elever tidligere vurdert av læreren deres som lavtpresterende, mellompresterende og høytpresterende ville ha samme læringsutbytte av undervisningsforløpet. Analysen av disse pre- og post-testene viste ingen signifikante forskjeller mellom gruppene. Som en del av datainnsamlingen hadde jeg inkludert og fått samtykke til å filme deltakerne for å få innsikt i gruppedynamikken og samarbeidet som fant sted i klasserommet. Da jeg startet analyseprosessen av filmopptakene, observerte jeg tidlig forskjeller mellom det deltakerne hadde sagt i undervisningstimene, og det de hadde prestert på den skriftlige post-testen. Ved prosjektstart var jeg klar over at bruk av skriftlige individuelle prøver kunne være en mulig svakhet, ettersom deltakerne hadde arbeidet mye muntlig. Jeg ble overrasket av det som i kapittel 4.1 presenteres som forskningsprosjektets hovedfunn, altså en antydning til at de skriftlige prøvene fanget lite av deltakernes matematiske kompetanse. Etter denne oppdagelsen endret prosjektets fokus, og jeg ønsket etter endringen å sammenligne matematiske kompetanser som ble uttrykt i undervisningstimene, med matematiske kompetanser uttrykt på en skriftlig prøve.

Etter denne endringen av fokus begynte jeg å søke etter lignende funn i eksisterende litteratur, og fant at Houssart (2002), Liljedahl (2020), Campbell, King & Zelkowski (2020), Videnovic (2017) og Styliandis (2019) rapporterte lignende funn. Til felles rapporterte de at elevers prestere blir vurdert ulike, når de vurderes etter skriftlige og muntlige vurderingsformer, noe som peker på at ensidig vurdering ikke nødvendigvis fanger helheten av elevers matematiske kompetanse, noe som forklares nærmere i kapittel 2.8.1.

En utfordring for skolen i dag som Liljedahl (2020, s. 253) trekker frem, er at for lærere som implementerer samarbeidsundervisning og som vurderer elever etter individuelle metoder, opplever trolig en forskjell i måten elever undervises og vurderes. Ifølge Fagfornyelsen (Utdanningsdirektoratet, 2019) skal undervisning omhandle samarbeid, utforskning og diskusjon. Hvordan vurdering vil henge med i overgangen fra tradisjonell undervisning til mer samarbeids og diskusjonsbasert undervisning er noe jeg lenge har lurt på. Jeg er heller ikke den eneste som lurer på hvordan denne overgangen skal implementeres i norsk skole. Ifølge NRK (Grønli, 2022), har unntakstilstander på grunn av pandemi ført til at

eksamensordning har vært oppe til diskusjon. Har det seg slik at eksamen er en viktig ordning for at elever utvikler nødvendige kompetanser, eller kan denne vurderingsformen forkastes? Ifølge NRK (Grønli, 2022), rapporterer stortinget at eksamen ikke skal forkastes for godt enda, men utdanningsdirektoratet er i gang med å evaluere eksamensordning og de vurderingsformene som finnes. Debatten om vurdering i norsk skole er med andre ord åpen.

Fra personlige erfaringer i egen skoleundervisning, husker jeg at jeg var svært forvirret da jeg i 10. trinn i 2014, ble informert om at jeg skulle ha en muntlig matematikkeksamen. På denne tiden ga dette lite mening for meg, ettersom jeg aldri hadde hatt et framlegg i matematikk, og nesten aldri hadde arbeidet muntlig med faget. Jeg hadde kun gjennomført skriftlige prøver i matematikk, og antok på denne tiden at det var slik man målte matematisk kompetanse. Fra egne praksiserfaringer har jeg fått inntrykk av at mange lærere fortsatt vurderer elevers matematiske kompetanse ved bruk av skriftlige individuelle prøver. Har det seg slik at skriftlige individuelle prøver er en god måte å vurdere elevers matematiske kompetanse på? Er dette en objektiv og rettferdig vurderingsform som fremmer motivasjon og læring? Finnes det alternative vurderingsmetoder som er bedre egnet til å kartlegge elevers matematiske kompetanser og fremme læring? Nysgjerrigheten rundt disse spørsmålene var det som ledet meg til følgende problemstilling og forskningsspørsmål:

Problemstilling:

En undersøkelse av ungdomsskoleelevers muligheter til å uttrykke sin matematiske kompetanse innenfor emnet funksjonslære i forbindelse med et undersøkende undervisningsforløp.

Forskningsspørsmål:

1. Hva kjennetegner elevers matematiske kompetanse som kommer til uttrykk på en skriftlig individuell prøve?
2. Hva kjennetegner elevers matematiske kompetanse som kommer til uttrykk i muntlig aktivitet i undervisningstimer?
3. Hvilke holdninger uttrykker elever som kan være til hinder for deres muligheter til å utvikle og uttrykke deres matematiske kompetanse?

De to første forskningsspørsmålene anser jeg som beskrivende, ettersom de er “hva”-spørsmål. Funnene som kommer til lys fra disse spørsmålene, vil være beskrivende tilknyttet deltakernes muntlige og skriftlige uttrykte matematiske kompetanse. Det tredje forskningsspørsmålet har som funksjon å danne et inntrykk av hvilke holdninger elever uttrykker, som kan være et hinder for deltakelse i matematikkundervisning, og dermed et hinder for utvikling av matematiske kompetanser.

Tilknyttet min problemstilling og forskningsspørsmål, tenker jeg at det kan være tvetydighet rundt begrepene undersøkende undervisning, matematisk kompetanse, og hva som menes med holdninger. Jeg velger derfor å redegjøre for hva som menes med disse begrepene kort.

Pedaste et al. (2015) beskriver undersøkende undervisning som en elevstyrt undervisningsform, hvor hensikten å tilrettelegge for at elever får mulighet til å arbeide som forskere og matematikere gjør. Jeg har valgt å benytte meg av Kilpatrick, Swafford og Findell sin definisjon av matematiske kompetanse i kombinasjon med kompetansemålene og kjerneelementene som presenteres i Fagfornyelsen, for å danne et grunnlag for hva som blir ansett som relevante matematisk kompetanse. Ifølge Svartdal (2020), handler holdninger om hvordan personer tenker og handler ovenfor noe. Innholdet av disse begrepene redegjøres for i større detalj i følgende kapittel.

2 Teori

I dette kapittelet presenteres eksisterende litteratur og forskning som jeg anser som relevant for å danne et grunnlag for masterstudien min. Innledningsvis velger jeg å ta utgangspunkt i et utdrag fra opplæringsloven.

“Elevane og lærlingane skal utvikle kunnskap, dugleik og holdningar for å kunne mesitre liva sine og for å kunne delta i arbeid og fellesskap i samfunnet” (Opplæringslova, 2008, § 1-1).

Opplæringsloven beskriver skolens ansvar i samfunnet, hvor det trekkes frem at undervisning skal tilrettelegge for at elever får mulighet til å utvikle kunnskaper, dyktighet og holdninger for å mestre egne liv. Men hva betyr dette for matematikkfaget? Hvilke matematiske kompetanser er det elever skal utvikle? Dette redegjøres for i påfølgende delkapittel.

2.1 Matematisk kompetanse

For matematikkundervisning, slik jeg ser det, vil det være viktig at undervisning i matematikk tilrettelegger for at elever får mulighet til å utvikle relevante matematiske kompetanser som skal hjelpe de med å mestre egne liv og for å kunne delta i arbeid og fellesskap i samfunnet. Men hva er relevante matematiske kompetanser? Kilpatrick, Swafford & Findell (2001, s. 5) introduserer begrepet *mathematical proficiency*. Stedøy (2018, s. 3) oversetter dette begrepet til matematisk kompetanse, og jeg velger å benytte samme oversettelse. Matematisk kompetanse presenteres som en sammensetning av fem ulike komponenter som er sammenflettet og avhengige av hverandre (Kilpatrick et al. 2001, s. 116). Stedøy (2018, s. 3), benytter begrepet *trådmodellen* for å beskrive en modell som illustrerer innholdet av disse fem komponentene som hun oversetter til: begrepsmessig forståelse, beregning, anvendelse, resonnering og engasjement. For at elever skal utvikle en fleksibel og robust matematikkompetanse må de utvikle alle fem komponentene (Kilpatrick et al., 2001 s. 116). Jeg anser disse komponentene som relevante for min masterstudiem og dermed redegjøres det for innholdet av disse i følgende avsnitt.

2.1.1 Begrepsmessig forståelse

Ifølge Kilpatrick et al. (2001, s. 118), handler begrepsmessig forståelse om elevers evne til å forstå og se sammenhenger mellom ulike matematiske ideer og begreper. En av fordelene av å

mestre begrepsmessig forståelse er at elever kan utnytte sin tidligere kjente kunnskap i ukjente situasjoner, i forsøk på å utvide forståelsen sin (Kilpatrick et al., 2001, s. 118). Noen andre fordeler som trekkes frem er at elever bedre husker begreper bedre når de ordentlig forstår dem, og opplever det som lettere å gjenlære begreper som glemmes (Kilpatrick et al., 2001, s. 118). Kilpatrick et al. (2001, s. 119) understreker at for å kunne navigere seg matematisk, er det viktig at elever ser hvordan ulike aspekter henger sammen, hvordan de er like og hvordan de er ulike.

2.1.2 Beregning

Kilpatrick et al. (2001, s. 116) forklarer beregning som kjennskap til prosedyrer og deres implementering. Dette innebærer da kjennskap om hvor og når de skal benyttes, samt ferdigheten til å utføre de effektivt, fleksibelt og korrekt (Kilpatrick et al., 2011, s. 121). Det er viktig at elever mestrer beregning, slik at kalkuleringer blir benyttet korrekt og effektivt (Kilpatrick et al., 2001, s. 121).

2.1.3 Anvendelse

Anvendelse refererer til evnen til å formulere matematiske problemer, presentere de og løse dem (Kilpatrick et al., 2001, s. 124). Kilpatrick et al. (201, s. 124), nevner en sammenheng mellom denne komponenten og det som blir beskrevet som problemløsningsoppgaver i andre teorier. I noen sammenhenger vil elever bli eksponert for matematiske utfordringer, hvor det kan være vanskelig å vite hva som er problemet engang (Kilpatrick et al., 2001 s. 124). I slike situasjoner trenger elever å formulere hva problemet er, før de kan bryte det ned og faktisk løse det. For å mestre denne komponenten trenger elever kjennskap til en rekke ulike løsningsstrategier (Kilpatrick et al., 2001, s. 124).

2.1.4 Resonnering

Resonnering handler om evnen til å tenke logisk, reflektere, forklare og rettferdiggjøre matematiske ideer. Kilpatrick et al. (2001, s. 10) forklarer at resonnering i hovedsak omhandler elevens evne til å underbygge deres valgte fremgangsmåter og løsninger, samt reflektere ovenfor disse. Kilpatrick et al., (2001, s. 129) nevner en sterk sammenheng mellom resonnering og problemløsningsarbeid. Problemløsningsarbeid krever kompetansen

anvendelse for å formulere og representere problemer, men det er resonnering som tar over i det elever må bestemme troverdigheten av valgte strategier (Kilpatrick et al., 2001, s. 129).

2.1.5 Engasjement

Ifølge Kilpatrick et al. (2001, s. 131), handler engasjement om å se matematikk som noe verdifullt og nyttig å holde på med. For at elever skal utvikle denne komponenten må de få muligheter til å forstå matematikken, kjenne på fordelene av å kunne matematikk, samt oppleve belønningen som er å forstå matematikk (Kilpatrick et al., 2001, s. 131). Kilpatrick et al. (2001, s. 131) forklarer at for at elever skal mestre de fire andre komponentene, krever det at de anser matematikk som et faglig område som det lønner seg å arbeide med.

Jeg velger å benytte meg av Kilpatrick et al. sin definisjon av matematisk kompetanse ettersom det er en anerkjent formulering. Men hva med gjeldende norsk læreplan? Hvilke kompetanser er det ifølge Fagfornyelsen som forventes av elever som er ferdige med 10. trinn? Dette redegjøres for i følgende delkapittel.

2.2 Fagfornyelsen

Fagfornyelsen er det gjeldende læreplanverket for norske skoler. Det ble implementert i 2020, og introduserte blant annet nye kompetansemål, kjerneelementer og retningslinjer for vurdering (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Tilknyttet min masteroppgave vil Fagfornyelsen være relevant, og jeg redegjør dermed for dens innhold i dette delkapittelet.

2.2.1 Fagfornyelsen og funksjonslære

I Fagfornyelsen blir det oppgitt flere kompetansemål innenfor matematikkfaget som elever skal ha mestret etter at de har fullført 10. trinn. Ettersom mitt forskningsprosjekt er tilknyttet emnet funksjonslære, redegjør jeg for de kompetansene som ifølge Fagfornyelsen er relevante for dette temaet. I Fagfornyelsen oppgis det fire kompetansemål som inneholder uttrykk tilknyttet funksjoner (Utdanningsdirektoratet, 2019b), og som jeg derfor anser som relevante for mitt prosjekt.

Disse kompetansemålene er hentet fra Utdanningsdirektoratet (2019b).

- Utforske og sammenligne egenskaper ved ulike funksjoner ved å bruke digitale verktøy
- Bruke funksjoner i modellering og argumentere for framgangsmåter og resultater
- Utforske sammenhengen mellom konstant prosentvis endring, vekstfaktor og eksponentialfunksjoner
- Regne ut stigningstallet til en lineær funksjon og bruke det til å forklare begrepene endring per enhet og gjennomsnittsfart

2.2.2 Fagfornyelsen og kjerneelementer

I fagfornyelsen blir det presentert totalt ti kjerneelementer som anses som en viktig del av elevers faglige utvikling (Utdanningsdirektoratet, 2019a). Tilknyttet mitt prosjekt, anser jeg fem av disse som høyest aktuelle. Disse kjerneelementene er utforskning, problemløsning, modellering, kommunikasjon og argumentasjon. Hvorfor jeg valgte disse fem kjerneelementene redegjøres for i kapittel 3.6.1. Ettersom disse kjerneelementene vil være relevante for mitt forskningsprosjekt, defineres de i følgende avsnitt.

Utforskning i matematikk går ut på at elever gjennom undervisning skal bli utfordret til å lete etter mønstre, finne sammenhenger, samt diskutere seg frem til en gjensidig forståelse. Det skal være vektlagt et større fokus på utvikling av strategier og fremgangsmåter, fremfor et ensidig fokus på løsninger (Utdanningsdirektoratet, 2019a).

Problemløsning i matematikkfaget handler om at elever skal utvikle metoder, strategier og fremgangsmåter for å kunne løse problemer de ikke har møtt på tidligere. En stor del av dette kjerneelementet går ut på å kunne dele opp et problem i flere mindre problemer, slik at det blir mulig å løse det opprinnelige problemet. Evnen til å se tilbake på ens arbeid og evaluere valgte fremgangsmåter steg for steg vektlegges (Utdanningsdirektoratet, 2019a).

Modellering i matematikk omhandler elevers evne til å bruke matematisk språk til å beskrive en del av virkeligheten. Tilrettelegging og opplæring skal bidra til at elever kan gjenkjenne og overføre kunnskapen til bruk i nye og ukjente situasjoner (Utdanningsdirektoratet, 2019a). Kritisk vurdering tilknyttet hvor gyldige modellene deres er, samt hvilke begrensninger de har fremmes også som en del av kjerneelementet (Utdanningsdirektoratet, 2019a).

Kommunikasjon tilknyttet matematikkfaget går ut på at elever gjennom bruk av matematisk språk skal kunne argumentere og resonnerer i samtale med andre. Elever må også kunne oversette matematisk språk til hverdagspråk og hverdagspråk til matematisk språk, samt begrunne valg av presentasjonsformer (Utdanningsdirektoratet, 2019a).

I matematikkfaget handler argumentasjon om at elever har evnen til å forklare fremgangsmåter, tankerekker og løsninger, samt bevise at disse er gyldige (Utdanningsdirektoratet, 2019a).

2.2.3 Fagfornyelsen og vurdering

Vurdering av elevers matematiske kompetanse er relevant for mitt prosjekt, og redegjøres dermed i dette delkapittelet. I Fagfornyelsen blir det beskrevet hvordan vurdering bør benyttes, hvor det beskrives at elever skal motta en standpunktarakter ved slutten av 10. trinn som har hensikten av å være et uttrykk for den enkelte elevs matematiske kompetanse (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Elever uttrykker sin matematiske kompetanse på ulike måter og derfor vil en lærers tilnærming til vurdering ha betydning for den kompetansen elever får uttrykt (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Lærere har et ansvar for å planlegge og tilrettelegge slik at elever får muligheten til å vise sin matematiske kompetanse på flere ulike måter (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Dette betyr at lærere skal vurdere elever på bakgrunn av kompetanser som elever uttrykker skriftlig, muntlig og digitalt (Utdanningsdirektoratet, 2019b).

Underveisvurdering trekkes også frem i Fagfornyelsen, hvor det blir beskrevet som et verktøy som skal fremme læring (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Dette er en vurderingsform som skal foregå fortløpende gjennom elevers læringsprosess. Gjennom elevers planlegging, gjennomføring og presentasjon av utforskende arbeid viser og utvikler de kompetanser som lærere kan vurdere (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Vurderingen skal også benyttes til å veilede og tilrettelegge for at elever kan bruke tidligere kunnskap og ferdigheter i nye og ukjente sammenhenger (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Slik jeg tolker det, ligner denne vurderingsformen på det som kalles formativ vurdering, og det Liljedahl (2020) beskriver som the *data-gathering paradigm*. Ettersom dette blir relevante begreper for mitt forskningsprosjekt, utdypes disse i følgende delkapitler.

2.3 Vurdering i matematikk

I kapittel 1.1 ble det argumentert for at vurdering i matematikk er utfordrende, og det er ikke lett å vite hvordan det skal implementeres i matematikkfaget. Tilknyttet mitt prosjekt vil det være viktig å definere hvilke muligheter som finnes for vurdering, samt deres innhold. I dette delkapittelet redegjøres det derfor for begrepene formativ vurdering, *the point-gathering paradigm*, *the data-gathering paradigm*, samt hva forskning sier om vurdering basert på muntlige og skriftlige uttrykte matematisk kompetanser.

2.3.1 Formativ vurdering

Begrepet formativ vurdering har gjennom årene vært klassifisert og definert på forskjellige måter. Ifølge Wiliam (2018, s. 45), ble begrepet *formative evaluation* først introdusert 1967, hvor begrepet ble av Michael Scriven beskrevet som vurdering som skulle forbedre læreplaner. Etter hvert som faglitteraturen konkluderte med positive effekter tilknyttet bruk av formativ vurdering, førte det til forskjellige definisjoner av begrepet (Wiliam, 2018, s. 39). Jeg velger å benytte meg av definisjonen som Wiliam bruker. Jeg har til det beste av mine evner forsøkt å oversette denne definisjonen til norsk.

En vurdering er formativ når den på bakgrunn av elevs prestasjoner tolkes og blir benyttet av lærere til å trekke konklusjoner om hvilke tiltak som kan iverksettes for å sannsynligvis fremme kvaliteten av undervisning bedre enn de tiltakene som ville vært iverksatt hvis ingen slik vurdering fant sted (Wiliam, 2018, s. 48).

Formativ vurdering handler med andre ord om å benytte elevs vurdering som et verktøy for å fremme kvaliteten av fremtidig undervisning (Wiliam, 2018, s. 53). For å illustrere hvorfor formativ vurdering er viktig, trekker Wiliam frem tre hovedprinsipper for hvordan undervisning kan tilrettelegges (Wiliam, 2018, s. 52). Disse prinsippene går ut på at elever er klare over hvor de er i deres læringsprosess, hvor de skal i deres læringsprosess og hvordan de skal komme i mål med deres læringsprosess. Wiliam (2018, s. 80) understreker at en viktig del av elevs læringsprosess er at de skal være klar over hva de skal lære, og hvilke spesifikke kompetanser som forventes at de skal lære. Lærere har ikke tradisjonelt ansett det som viktig å kommunisere til elever hva det er de skal lære og kriteriene for suksess (Wiliam, 2018, s. 80). Wiliam (2018, s. 122) trekker frem en annen viktig faktor som påvirker læring er kjennskap til elevs tidligere opparbeidede kunnskap og kompetanser, og at det er en lærers

ansvar å tilrettelegge og undervise med denne informasjonen i forbehold (Wiliam, 2018, s. 81). En tredje sentral faktor er at lærere må kommuniserer til elever hva og hvordan de skal oppnå ønskede kompetanser og kunnskap (Wiliam, 2018, s. 140). Disse tre prinsippene blir implementert når formativ vurdering benyttes (Wiliam, s. 140).

Summativ vurdering skiller seg fra formativ vurdering, ettersom denne vurderingsformen ikke har som mål å fremme elevers læring, ettersom den kun benyttes med formålet av å tildele en karakter (Liljedahl, 2020, s. 231).

2.3.2 Point-gathering paradigm og data-gathering paradigm

Liljedahl benytter begrepet formativ vurdering som en del av det han definerer som *the data-gathering paradigm*. Dette begrepet vil være relevant for mitt forskningsprosjekt, og utdypes dermed i dette delkapittelet. I boka *Building thinking classrooms in Mathematics* presenterer Liljedahl (2020) begrepene *the point-gathering paradigm* og *the data-gathering paradigm*. Disse begrepene beskriver to forskjellige epoker av vurdering.

Liljedahl (2020, s. 255) forklarer at *the point-gathering paradigm* har vært dominerende i det 20. århundret, og er dominerende selv i dag i mange deler av verdenen. Dens appell og popularitet henger sammen med at mange lærere tror at den produserer en objektiv og presis karakter som oppsummerer elevers læring (Liljedahl, 2020, s. 255). *The point gathering paradigm* går ut på at vurdering foregår kun på bakgrunn av *event-based assessment*, altså avgrensede hendelser som prøver, fremlegg og prosjekter (Liljedahl, 2020, s. 255). På bakgrunn av disse vurderingsformene blir elever tildelt en viss poengsum ut av en total mengde poeng, og ved slutten av skoleår, skal gjennomsnittet av disse poengsummene tilsvare karakteren som elever blir tildelt (Liljedahl, 2020, s. 255).

Problemet, ifølge Liljedahl (2020, s. 255) er at hvis målet er å produsere en karakter som viser hva elever faktisk har lært, er denne vurderingsformen hverken objektiv eller presis. Selv SATs, en av de internasjonalt mest validerte matematiske testene inneholder målefeil, noe som indikerer at det garantert vil fremkomme målefeil ved gjennomføring av lignende prøver i klasserommet (Liljedahl, 2020 s. 256). Liljedahl (2020, s. 257) forklarer i tillegg at *the point-gathering paradigm* ikke tar hensyn til personlige faktorer som kan ha innvirkning på resultater. *“It ignores the very human element of grading.”* (Liljedahl, 2020, s. 258).

Ifølge Liljedahl (2020, s. 258), er *the data-gathering paradigm* en mer objektiv, rettferdig og korrekt måte å vurdere elever etter. I *the data-gathering paradigm*, ser lærere på helheten av elevers læringsprosess, og bruker denne informasjonen med intensjon av å fremme læring (Liljedahl, 2020, s. 231). Liljedahl (2020, s. 233) understreker at det er viktig at lærere kommuniserer til elever både hva de kan, men også hva de ikke kan, slik at elever bevisstgjøres hvilke mål konkrete mål de må strekke seg etter. Liljedahl (2020, s. 247) trekker også frem selv-evaluering som et verktøy som kan bevisstgjøre elever av hva de kan og ikke kan. Gjennom bruk av *the data-gathering paradigm*, vil elever ikke bare bli bedre til å være kritisk til deres egen vurdering, men også bli bedre til å forstå faglig innhold (Liljedahl, 2020, s. 247). *The data-gathering paradigm* er også kjent som evidens-basert vurdering, og er anerkjent som en mer rettferdig, korrekt og relevant måte å vurdere elevers kompetanser på (Liljedahl, 2020, s. 258).

Liljedahl (2020, s. 259) beskriver at lærere som implementerer undervisning basert på samarbeid og benytter seg av *the point-gathering paradigm*, opplever trolig et skille mellom måten elever arbeider på, og måten de blir vurdert etter. Liljedahl (2020, s. 255) stiller spørsmålsteget ved hvorfor elever skal gjennomføre individuelle vurderingsmetoder, når undervisning skjer i samhandling med andre elever. Som en løsning foreslår Liljedahl at lærere må bevege seg fra *the point-gathering paradigm* til *the data-gathering paradigm* (Liljedahl, 2020, s. 259). På denne måten vil lærere kunne danne et mer helhetlig bilde av elevers kompetanser, og bruke dette til å fremme læring og tildele mer rettferdige og korrekte karakterer (Liljedahl, 2020, s. 259). Liljedahl (2020, s. 267) trekker også frem at lærere som implementerer *data-gathering paradigm* som vurderingsmåte, vanligvis ser en økning på 15-20% hos 80% av elevers karakterer. De 20% som ikke øker i karakter er de elevene kategorisert som høytpresterende, noe som betyr at vurderingsformen hever karakterene til spesielt lavtpresterende elever, ettersom denne elevgruppen ikke mestrer kompetanser godt nok til å kommunisere det på alle måter (Liljedahl, 2020, s. 267). Liljedahl (2020, s. 268) understreker at *the data-gathering paradigm* ikke er en karakterinflasjon, men heller en vurderingsform som i større grad evner å registrere kompetanser som elever uttrykker. En annen fordel av å implementere *the data-gathering paradigm* er at denne vurderingsformen sikrer større troverdighet ved at det tas hensyn til personlige faktorer (Liljedahl, 2020, s. 265).

Tilknyttet mitt prosjekt diskuteres det hvorvidt mangel på søvn som en personlig faktor hadde innvirkning på en deltakers resultater. Mangel på søvn og hvordan det påvirker kognisjon redegjøres derfor i dette avsnittet. William D.S.Killgore (2010) gjennomførte et forskningsprosjekt tilknyttet hvordan mangel på søvn påvirket hjerne-kognisjon, hvor han konkluderte med at mangel på søvn førte til nedsatt hjernefunksjon, spesielt i frontallappen, en del av hjernen som styrer blant annet kreativitet og evne til å være nyskapende. Edens (2006) gjennomførte en lignende studie, hvor hun konkluderte med at en redusert mengde søvn førte til redusert motivasjon og prestasjonsevner blant skoleelever.

2.3.3 Sammenligning av skriftlig og muntlig vurdering i matematikk

Tilknyttet mitt prosjekt, ønsket jeg å sammenligne deltakernes skriftlige og muntlige uttrykte matematiske kompetanser gjennom kvalitative metoder. Som et tiltak for å sikre funnenes validitet, anså jeg det som lurt å knytte mine funn opp mot lignende funn fra tidligere forskning. Hva litteraturen sier om sammenligning av skriftlig og muntlige vurdering i matematikk redegjøres på grunn av dette i følgende avsnitt.

Fra litteratursøk, fant jeg flere forskningsprosjektet som konkluderte med at elever i større grad evnet å uttrykte deres matematiske kompetanse muntlig sammenlignet med deres evne til å uttrykke den skriftlig. Campbell et al. (2020), Videnovic (2017) og Styliandis (2019), trekker slike konklusjoner basert på deres undersøkelser. Til felles konkluderete de alle med at ensidig vurdering ikke ville fanget heheten av elevens matematiske kompetanse.

Campbell et al. (2020) konkluderte i en sammenligningsstudie mellom elevens evne til å matematisk argumentere skriftlig og muntlig en signifikant forskjell i favør av elevenes evne til å argumentere muntlig. De oppdaget at elevene i forskningsprosjektet deres ofte strevde med å skriftlig presentere argumenter som de evnen å forklare muntlig (Campbell et al., 2020). Videnovic (2017) konkluderte med at skriftlig vurdering alene ikke var tilstrekkelig for å fange elevens matematiske kompetanse, og hun mente derfor at det er et behov for å implementere muntlige vurderingsformer i matematikk.

Stylianides (2019) oppdaget i sin studie om ungdomsskoleelevers evne til å konstruere bevis at i det elevene ble vurdert etter deres muntlige forklaringer, var det økt sannsynlighet for at disse ble vurdert som godkjente bevis. Han konkluderte med at hvis han kun hadde vurdert elevene etter deres evne til å skriftlig presentere bevis, ville vurderingen ha registrert en

mindre andel av elevenes potensial til å konstruere bevis. Stylianides (2019, s. 176) argumenterte for at en mulig forklaring til hvorfor elevgruppen strevde med å uttrykke sin kompetanse skriftlig var at å omformulere indre monolog til tekst var opplevd som utfordrende for flertallet av forskningsprosjektets elever. Han konkluderte med at for de fleste elevene, var det enklere for dem å muntlig uttrykke denne indre monologen muntlig, istedenfor å skulle formulere den skriftlig (Stylianides, 2019, s. 176).

2.3.4 Matematisk kompetanse i lys av lese- og skriveferdigheter.

Mulige årsakssammenhenger som forklarer hvorfor elever strever med å uttrykke deres matematiske kompetanse vil være viktig for meg å stille meg kritisk til. Fra litteraturen velger jeg derfor å trekke frem at det finnes forskning som konkluderer med at skrive- og leseferdigheter har sammenheng med matematiske kompetanser. Grimm (2008) gjennomførte en studie med formålet om å beskrive hvordan elevers leseferdigheter ble utviklet sammenlignet med deres matematiske kompetanser, hvor han konkluderte med at elever som viste høyere leseferdigheter også viste bedre evne til å utvikle matematiske kompetanser. Malmer (2000) trekker frem lignende funn, hvor hun forklarer at det finnes en sterk sammenheng mellom elevers matematiske utfordringer og lese- og skrivevansker.

2.4 Undersøkende undervisning

Undersøkende undervisning er et relevant begrep i mitt forskningsprosjekt. Hva som menes med undersøkende undervisning redegjøres derfor i dette delkapittelet.

Ifølge Artigue og Blomhøj (2013), har begrepet *inquiry-based learning* dukket opp mer og mer i de siste årene, noe som markerer en trend i pedagogikk. Jeg har valgt å oversette dette begrepet til undersøkende undervisning. Å definere og avgrense undersøkende undervisning er ingen enkel oppgave, ettersom det blir beskrevet ulikt i litteraturen (Pedaste, et al., 2015, s. 48). Pedaste et al. gjennomførte i 2015 et forskningsprosjekt som handlet om å sammenfatte hvilke elementer, eller såkalte hovedfaser som kjennetegnet undersøkende undervisning. Pedaste et al. (2015, s. 51) konkluderte med fem hovedfaser, som de kaller introduksjon, konseptualisering, undersøkelsesfase, konklusjon og diskusjon.

Pedaste et al. (2015, s. 51) beskriver at introduksjonsfasen har som funksjon å introdusere elever til et emne, konsept eller teori. Denne fasen fokuserer på å bygge interesse og

nysgjerrighet rundt temaet som elever skal arbeide med (Pedaste et al., 2015, s. 54). I et undersøkende opplegg er det viktig at elever arbeider med utfordringer som er åpne og har flere innfallsvinkler (Pedaste et al., 2015, s. 55). Liljedahl (2020, s. 23) beskriver at for å tilrettelegge for økt deltakelse for elever med ulike prestasjonsevner, kan det benyttes oppgaver med lav inngangsterskel og stor takhøyde. Dette tilrettelegger for at alle elever har mulighet til å delta i undervisning, uten at oppgaver blir for enkle (Liljedahl, 2020, s. 23).

I konseptualiseringsfasen blir elever utfordret til å utvikle hypoteser og stille spørsmål som skal besvares (Pedaste et al., 2015, s. 51). Ved starten av undersøkelsesfasen må elever planlegge hvilke fremgangsmåter de skal benytte seg av for å besvare hypoteser og spørsmål (Pedaste et al., 2015, s. 51). I denne fasen gjennomføres også utforskningen, hvor samlede data må analyseres (Pedaste et al., 2015, s. 51). Ifølge Pedaste et al. (2015, s. 51), innebærer konklusjonsfasen at elever evaluerer troverdigheten tilknyttet deres undersøkelse og resultater. I diskusjonsfasen får elever mulighet til å dele løsninger, fremgangsmåter og diskutere deres oppdagelser i lys av andre elevers erfaringer (Pedaste et al. (2015, s. 51). Pedaste et al. (2015, s. 51) nevner også at det er mulighet for å gjennomføre etterarbeid tilknyttet et undersøkende opplegg. Etterarbeid kjennetegnes som undervisning som tilrettelegger for at elever får mulighet til å knytte erfaringer fra deres forskning i nye situasjoner.

Hensikten med undervisningsformen er at elever skal delta aktivt og drive arbeidsprosessen, mens læreren i større grad skal veilede og bistå (Dorier & Maass, 2014). Denne undervisningsmetoden tilrettelegger for at elever i større grad skal ha muligheten til å arbeide på lik måte som matematikere og forskere arbeider (Pedaste et al., 2015, s. 48).

2.5 Psykologi i matematikk

I boka *The elephant in the classroom*, omtaler Boaler (2015a) flere utfordringer tilknyttet det psykologiske aspektet av matematikkfaget, hvor hun trekker frem at matematikkfaget har en unik evne til å “*make or break students*”. I min masteroppgave vil begrepene *growth mindset*, *fixed mindset* og mestringsforventninger være relevante. Disse redegjøres for i dette delkapittelet.

2.5.1 Growth mindset og fixed mindset

Boaler (2013, s. 143) bruker begrepet *fixed mindset* for å beskrive elever som er overbevist av at deres kompetanser er statiske og ikke kan utvikles, og *growth mindset* til å beskrive elever som er overbevist av at deres kompetanser kan utvikles gjennom blant annet hardt arbeid og overbevisning fra andre og seg selv. I klasserommet har disse to innstillingene til utvikling en sterk påvirkning på elevers faglige utvikling, deres motivasjon og prestasjonsevner (Boaler, 2013, s. 143).

Basert på hjerneforskning ble det vist at personer med *growth mindset* lærte mer av å begå feil enn personer med *fixed mindset* (Boaler, 2013, s. 143). Videre forklarer hun at personer med *fixed mindset* i lignende situasjoner har mindre læringsutbytte, ettersom de heller gir opp når de får beskjed om at de har gjort noe feil (Boaler, 2013, s. 143). Boaler, Dieckmann, Perez-Nunez & Williams (2018) forklarer at det finnes en kulturelt integrert misoppfatning om at kun noen få personer har en såkalt “mattehjerne”, og evner å mestre matematikk. Denne myten fungerer som et hinder for utvikling av positive *growth mindset* ideer tilknyttet matematikk (Boaler et al., 2018). Boaler (2015a, s. 32) påstår at mange lærere overbeviser elever at de ikke er gode i matematikk, noe som bidrar til utvikling av *fixed mindsets*.

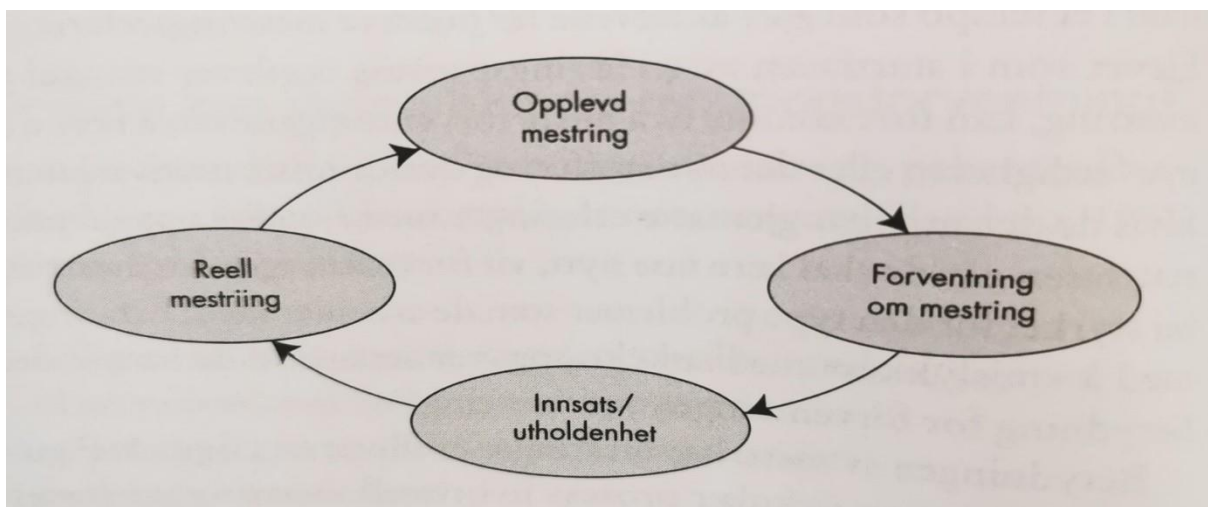
Boaler (2013, s. 145-146) trekker fram at det når elever er klare over hvilke konkrete mål de arbeider mot, tilrettelegger det for av de utvikler positive *growth mindset* ideer. En annen måte å fremme positive *growth mindset* ideer er gjennom påvirkning fra andre i form av oppmuntring (Boaler, 2013, s. 145). En ytterligere måte for hvordan undervisning kan tilrettelegger for å fremme positive *growth mindset* ideer er gjennom undervisning som bruker åpne oppgaver, med flere mulige innfallsvinkler (Boaler, 2013, s. 146).

2.5.2 Mestringsforventninger

Ifølge Skaalvik & Skaalvik (2015, s. 17), har teori om mestringsforventninger opphav i Banduras arbeid. I skolesammenheng, handler elevers mestringsforventninger om deres forventninger til å lykkes i utføring av oppgaver de står ovenfor (Skaalvik & Skaalvik, 2015, s. 17). Skaalvik & Skaalvik (2015, s. 18) understreker at mestringsforventninger ikke handler om hvor flinke elever føler seg generelt, men heller om de tenker at de er i stand til å mestre de oppgavene de står ovenfor til enhver tid. Alle elever har mulighet til å ha positive

mestringsforventninger, men det stiller krav til at undervisning og tildelte oppgaver er tilpasset den enkelte elevs utgangspunkt (Skaalvik & Skaalvik, 2015, s. 18).

Den viktigste kilden til mestringsforventninger er tilknyttet tidligere erfaringer med mestring av lignende oppgaver og utfordringer (Skaalvik & Skaalvik, 2015 s. 20). Positive tidligere erfaringer av mestring vil øke forventninger til å mestre fremtidige tilsvarende oppgaver, imens tidligere negative erfaringer vil redusere fremtidige mestringsforventninger av tilsvarende oppgaver. Skaalvik & Skaalvik (2015, s. 22) presenterer en modell som viser sammenhengen mellom forventninger om mestring, innsats/utholdenhet, reell mestring og opplevde mestring. Denne modellen presenteres nedenfor:



Figur 1: Sirkeeffekt av mestringsforventninger, hentet fra Skaalvik & Skaalvik (2015, s. 22).

Denne modellen viser en sirkeeffekt av hvordan tidligere mestringsforventninger påvirker fremtidige mestringsforventninger (Skaalvik & Skaalvik, 2015, s. 21-22). Ifølge Skaalvik & Skaalvik (2015, s. 17) fremmer motivasjon læring indirekte, gjennom innsats, konsentrasjon og utholdenhet. Forventninger om mestring vil være en avgjørende faktor i hvor motiverte elever er for å arbeide, noe som vil være påvirke elevers reelle mestring, som har innflytelse på opplevd mestring og som igjen påvirker forventninger til fremtidig mestring (Skaalvik & Skaalvik, 2015, s. 22).

Skaalvik & Skaalvik (2015, s. 23) trekker frem at elevers mestringsforventninger kan også bli påvirket av andre. Positiv oppmuntring fra lærere, foreldre og medelever kan øke elevers tiltro

til seg selv, og dermed øke deres mestringsforventninger og motivasjon. Negativ påvirkning kan føre til det motsatte, slik at elever som opplever dette vil ha redusert tiltro til seg selv og dermed redusert motivasjon (Skaalvik & Skaalvik, 2015, s. 23).

Skaalvik & Skaalvik (2015, s. 45) trekker frem at mestringsforventninger, samt motivasjon øker, når elever er klare over konkrete mål de arbeider mot. For lærere vil det derfor være viktig å tilrettelegge for at elever får mulighet til å forstå hva som forventes av dem (Skaalvik & Skaalvik, 2015, s. 45).

2.6 Sosiomatematiske normer

Sosiomatematiske normer er et relevant begrep for masteravhandlingen, og redegjøres for i dette delkapittelet. Ifølge Kang & Kim (2016, s. 2734) ble begrepet *sociomathematical norm* først introdusert av Yackel og Cobb i 1996. Jeg velger å oversette dette begrepet til sosiomatematiske normer. Kang & Kim (2016, s. 2734), forklarer at begrepet normer ble introdusert av Cobb, Yackel og McNeal i 1992, for å beskrive gjensidige forventninger som ble utviklet i klasserommet gjennom kommunikasjon mellom lærere og elever. Yackel & Cobb (1996, s. 460) skiller mellom sosiale normer og sosiomatematiske normer. Sosiale normer omhandler ikke spesifikt matematikkfaget, og går ut på hvilke sosiale gjeldende normer som gjelder for en situasjon (Yackel & Cobb, 1996, s. 460). En sosiomatematisk norm er derimot tilknyttet matematikkfaget, og handler om hva som er ansett som matematisk korrekt, effektivt og elegant (Yackel & Cobb, 1996). Et eksempel på en slik sosiomatematisk norm er hva som blir ansett som et matematisk akseptabelt forklaring (Yackel & Cobb, 1996, s. 460). Elevers innsikt i at det er forventet av dem å forklare løsninger er en sosial norm, men innsikten i hva som regnes som en matematisk akseptabel forklaring er en sosiomatematisk norm (Yackel & Cobb, 1996, s. 461).

Underbevisst, utvikler både elever og lærere inntrykk av hva som regnes som passende oppførsel i ulike situasjoner, selv om ingen direkte kommuniserer disse forventningene (Cobb, Yackel & Wood, 1989). Yackel & Cobb (1996, s. 474) forklarer at disse normene ikke er introdusert fra eksterne kilder, og er i stadig endring gjennom interaksjoner mellom lærere og elever. Gjennom bevisste valg tilknyttet lærers forventninger og kommunisert forventning, er det mulig å over tid utvikle ønsket sosiomatematiske normer blant elever og danne en produktiv klasseromskultur (Yackel & Cobb, 1996, s. 462).

2.7 Muntlig elevdeltakelse

Elevs muligheter til å delta muntlig i klasseromsdiskusjon vil være viktig tilknyttet min masteroppgave, og redegjøres dermed for i dette delkapittelet.

Ifølge Chapin, O'Connor & Andersen (2009, s. 192), er det en vanlig utfordring at man som lærer vil møte på elever som ikke ønsker å delta muntlig i undervisning. Mulige årsaker til hvorfor elever ikke deltar muntlig kan være tilknyttet personlighet og klasseromsmiljø (Chapin et al., 2009, s. 193). Tilknyttet personlighet er det å forvente at noen elever er beskjedne, og dermed er nølende til å delta muntlig i undervisning (Chapin et al., 2009, s. 193). Dersom flere elever er nølende til å delta, kan det ha opphav i et mønster av uhøflige og respektløse kommentarer, noe som fører til et lite produktivt klasseromsmiljø (Chapin et al., 2009, s. 193).

Chapin et al. (2009, s. 192) trekker frem at mange elever er vant til tradisjonell undervisning, hvor en lærer vanligvis står for det meste av muntlig aktivitet i et klasserom, og det er en stor endring å be elever delta i muntlige diskusjoner hvor de må forklare og begrunne egne tenker i samhandling med andre elever. Tidlig i prosessen av å bevege seg fra tradisjonell undervisning til mer muntlige undervisningsformer, er det vanlig at elever er nølende til å delta (Chapin et al., 2009, s. 193). Chapin et al. (2009, s. 201) trekker frem at når elever arbeider i nivåblandede grupper er det ofte elever som presterer lavt faglig som inntar en mer passiv rolle. Ifølge Van de Walle, Bay-Williams, Lovin & Karp (2018, s. 24), er deltakelse i matematiske diskusjoner viktig for elevs utvikling av logisk tenkning og resonnering, samt at eventuelle misoppfatninger elever har utviklet avsløres fort, når det stilles krav til at kompetanser skal forklares muntlig. Chapin et al. (2009, s. 210) trekker frem at for mange elever er det hverken enkelt eller behagelig å fortelle høyt at de ikke forstår noe. Det er viktig at lærere tilrettelegger for at elever får muligheten til å kunne trygt dele innspill, selv om de ikke er sikker på hva om de har rett eller ikke (Chapin et al., 2009, s. 210-211).

Christensen gjennomførte en studie som omhandlet hvilke situasjoner som ledet til elevdeltakelse, hvor de konkluderte med at elever som var trygge på fagstoffet, arbeidet i små grupper og ble vurdert basert på deltakelse hadde høyere sannsynlighet for å delta muntlig i klasseromsdiskusjoner (Christensen, 1995, s. 5).

3 Metode

I dette kapittelet redegjøres det for vitenskapsteoretisk bakgrunn, valg av forskningsdesign og valg av metoder.

3.1 Vitenskapsteoretisk bakgrunn

Jeg legger til grunn kritisk realisme som vitenskapssyn. Ifølge Kleven & Hjordemaal (2018, s. 27) er kritisk realisme en kombinasjon av ontologisk realisme og epistemologisk relativisme. Ontologisk realisme innebærer en tro på at det eksisterer en ytre virkelig verden som ikke er avhengig av en forskers anerkjennelse (Kleven & Hjordemaal, 2018, s. 27). Epistemologisk relativisme betyr en tro på at kunnskap er konstruert, altså at det ikke er mulig å oppnå sikker kunnskap (Kleven og Hjordemaal, 2018, s. 27). Konstruert kunnskap betyr at all kunnskap som finnes er filtrert gjennom mennesker, noe som betyr at forskning vil være farget av forskerens erfaringer, forforståelse, og personlige erfaringer (Kleven og Hjordemaal, 2018, s. 27). Selv om kunnskap er konstruert, finnes det kunnskap som fyller kriterier tilknyttet validitet, noe som gjør den mer troverdig (Kleven & Hjordemaal, 2018, s. 27). Til mitt prosjekt anerkjenner jeg at jeg ikke vil oppnå en objektiv sannhet om virkeligheten, men samtidig finnes det tilnærminger jeg kan foreta for å øke troverdigheten av mine funn og konklusjoner.²

Innledningsvis ble det presentert at undersøkende undervisning var noe jeg har blitt oppfordret til å bruke, og jeg anerkjenner at mine holdninger til denne undervisningsformen er en potensiell feilkilde. Gjennomgående i mitt prosjekt, har jeg forsøkt å være kritisk til meg selv, og forsøkt å balansere min egne forforståelse ettersom jeg ikke er en fullstendig objektiv forsker.³ Dette vil etter min mening være spesielt viktig, ettersom mitt forskningsprosjekt er basert på kvalitative metoder, som ifølge Cohen et al. (Cohen et al., 2018, s. 643) kjennetegnes av mye tolkning hvor det er naturlig at det finnes forskjellige tolkninger som kan trekkes ut av et datamateriale.

² Avsnittet om vitenskapsteoretisk bakgrunn er hentet fra eksamen i LER-3500 som var en prosjektskisse

³ De to setningene frem til fotnoten er hentet fra eksamen i LER-3500 som var en prosjektskisse

3.2 Forskningsspørsmål

Ved valg av forskningsmetode, er det viktig å benytte seg av metoder som er egnet til å besvare valgte problemstilling og forskningsspørsmål. Opprinnelig var formålet med studien å måle læringseffekten av undersøkende undervisning hos elever kategorisert som lavtpresterende, mellompresterende og høytpresterende, samt undersøke kommunikasjonen og gruppedynamikken blant forskningsprosjektets deltakere. For å få innsikt i deltakernes prestasjonsevner ble det benyttet skriftlige individuelle pre- og post-tester, og for å få innsikt i deltakernes kommunikasjon, ble det benyttet observasjon og videoopptak.

Før gjennomføring av datainnsamlingen var jeg klar over at bruk av skriftlige individuelle prøver for å måle deltakernes matematiske kompetanse var en mulig svakhet med prosjektet, men jeg ble overrasket av forskjellene i kvaliteten mellom de muntlig uttrykte kompetansene i undervisningstimene, og de skriftlig uttrykte kompetansene på post-testen. I nærmere analyse av dataene, viste det seg at det var forskjeller mellom kvaliteten til muntlige og skriftlige uttrykte kompetanser hos alle deltakerne. Jeg anså derfor den opprinnelige datainnsamlingen som lite velegnet for å svare på spørsmål om læringseffekt basert på skriftlige resultater, og ble i stedet interessert i å undersøke forskjellen mellom muntlige og skriftlige uttrykte matematiske kompetanser. Det var dette som ledet meg til prosjektets problemstilling og forskningsspørsmål. De er som nevnt:

Problemstilling:

En undersøkelse av ungdomsskoleelevers muligheter til å uttrykke sin matematiske kompetanse innenfor emnet funksjonslære i forbindelse med et undersøkende undervisningsforløp.

Forskningsspørsmål:

1. Hva kjennetegner elevers matematiske kompetanse som kommer til uttrykk på en skriftlig individuell prøve?
2. Hva kjennetegner elevers matematiske kompetanse som kommer til uttrykk i muntlig aktivitet i et undersøkende undervisningsopplegg?
3. Hvilke holdninger uttrykker elever som kan være til hinder for deres muligheter til å utvikle og uttrykke deres matematiske kompetanse?

For å svare på disse forskningsspørsmålene, mener jeg at det krever innsikt i elevers uttrykte matematiske kompetanse på en skriftlig individuell prøve, samt innsikt i deres muntlige aktivitet i et undersøkende undervisningsopplegg. Innsikten i deltakernes skriftlige uttrykte matematiske kompetanser ble kategorisert på bakgrunn av en skriftlig individuell post-test. Innsikten i deltakernes muntlige uttrykte matematiske kompetanse ble kategorisert på bakgrunn av gruppe- og plenumsdiskusjon som fant sted i undervisningstimene hvor deltakerne ble observert og filmet. Her kunne jeg ha valgt individuelle fagsamtaler for å få innsikt i deltakernes muntlige uttrykte kompetanse, noe som muligens hadde vært enda bedre enn å kun observere deres muntlige aktivitet som fant sted i klasserommet. Tilknyttet begrensede ressurser i et masterprosjekt anså jeg ikke dette som et reelt alternativ, og valgte derfor å benytte meg av deltakernes muntlige innspill som kom til uttrykk i klasserommet for innsikt i deres muntlig uttrykte matematiske kompetanse. En fordel av at jeg observerte muntlige innspill som fant sted i klasserommet, var at det ga meg innsikt i hvilken type dialog som fremkom blant ungdomsskoleelever. Ettersom fremtidsrettet matematikkundervisning belager seg på samarbeid og diskusjon blant elever, tenkte jeg at det ville vært lærerikt å ha innsikt i den muntlige aktiviteten til ungdomsskoleelever som fremkom i klasserommet. Innsikt i uttrykte holdninger ble kodet og kategorisert på bakgrunn av observasjon og film. Hvordan jeg gikk frem for å oppnå innsikt i mine forskningsspørsmål forsøker jeg så tydelig som mulig å redegjøre for i dette kapitlet.

3.3 Case studie

En case studie er etter min mening en god tilnærming for hvordan prosjektets forskningsspørsmål kunne besvares. Slik jeg vil argumentere i dette delkapitlet, er dette forskningsdesignet velegnet for å studere konkrete fenomener i dybden. Yin (2002), definerer en *case* som et fenomen som studeres i samtid innenfor sin virkelige kontekst. Fenomenet jeg valgte å studere var elevers muligheter til å uttrykke matematiske kompetanser, som var sentrert rundt konteksten av klasseromsundervisning og gjennomføring av individuelle prøver. Slik jeg ser det, tilrettela en case studie for økt innsikt i denne prosessen.

Videre forklarer Yin (2002), at en *case study* (noe jeg oversetter til case studie) er en empirisk undersøkelse av en *case*, hvor det er mulig å se på forskjellige variabler tilknyttet det samme fenomenet. Variablene tilknyttet mitt prosjekt, var elevers mulighet til å uttrykke matematiske kompetanser muntlig og skriftlig. Yin (2002) trekker frem at flere variabler er en fordel ved

bruk av case studie, ettersom ulike perspektiver avdekker mulige svakheter, og øker troverdighet av funn. Tilknyttet mitt prosjekt, ville det begrenset mine funn, dersom jeg kun hadde studert deltakernes skriftlige uttrykte matematiske kompetanse, noe som var den opprinnelige planen ved gjennomføringen av datainnsamlingen. Ved at jeg studerte både deltakernes muntlig og skriftlige uttrykte matematiske kompetanse, tilrettela det for økt innsikt og en tydeligere fremstilling av deltakernes muligheter til å uttrykke deres matematiske kompetanse. Med andre ord, tilrettela en case studie for at jeg oppdaget funn jeg ikke visste at jeg lette etter, noe (Yin, 2002) forklarer som en av fordelene av case studier.

Cohen et al. (2018, s. 384), kaller en tilnærming hvor en forsker ser på to sider av et fenomen og sammenligner disse med hverandre som en *comparative case study*. Dette begrepet velger jeg å oversette til komparativ case studie. Jeg anser min case studie som komparativ, ettersom jeg sammenlignet deltakernes muntlige og skriftlige uttrykte matematiske kompetanser. I likhet med Yin, beskriver Cohen et al. (2018, s. 378) at en av fordelene av en slik tilnærming øker innsikt i situasjonen og dermed troverdighet tilknyttet funn. Slik jeg ser det, har dette forskningsdesignet tilrettelagt for at jeg har fått en innsikt i unike detaljer, som jeg ville gått glipp av dersom jeg med en kvantitativ tilnærming kun studerte deltakernes skriftlige uttrykte matematiske kompetanser, slik jeg opprinnelig gjorde.

En fordel som Cohen et al. (2018, s. 379) beskriver er at en case studie tilrettelegger for innsikt i årsak og virkning. I forbindelse med mitt prosjekt var dette en fordel, ettersom jeg ønsket å diskutere hvorfor observerte funn var som de var, samt trekke frem mulige utfordringer og løsninger tilknyttet mine funn.

En annen fordel som Cohen et al. (2018) trekker frem er at hvis man som forsker har begrensede ressurser, er det mulig å studere en case, og på bakgrunn av studien trekke generaliseringer. Tilknyttet mitt prosjekt, studerte jeg ungdomsskoleelevers evne til å muntlige og skriftlig uttrykke matematiske kompetanser tilknyttet temaet funksjonslære. Cohen et al. (2018, s. 380) trekker frem at det er viktig for den som forsker å tydelig redegjøre for eventuelle generaliseringer, hvor det vil være nødvendig å begrunne slike generaliseringer i eksisterende litteratur. Hvorvidt mitt forskningsprosjekt kan generaliseres til andre matematiske temaer eller aldersgrupper vil jeg måtte stille meg kritisk til og begrunne godt i lys av eksisterende litteratur.

Cohen et al. (2018, s. 379) poengterer at det kan være vanskelig å organisere en case studie, og enda vanskeligere å redegjøre tydelig for valg av fremgangsmåter slik at lesere forstår valgte metoder. I mitt prosjekt har jeg forsøkt å imøtekomme denne utfordringen ved å beskrive og begrunne valgte metoder og fremgangsmåter så tydelig som mulig. Dette innebærer da å forklare hvilke matematiske kompetanser jeg ønsket å undersøke, innholdet av undervisningstimene som deltakerne deltok i, innholdet av prøvene som ble gjennomført, samt hvordan jeg analyserte datamaterialet. Ifølge Cohen et al. (2018, s. 375-376), kan case studier inneholde både kvalitative og kvantitative metoder. Tilknyttet mitt forskningsprosjekt, anser jeg mine metoder som kvalitative. Hva som menes med kvalitative metoder, og hvilke spesifikke metoder jeg valgte redegjøres for i følgende delkapittel.

3.4 Kvalitative metoder

Kvalitativ forskning er prosessen av naturalistisk undersøkelse som har som mål å forstå et sosialt fenomen innenfor sine naturlige omgivelser (Cohen et al., 2018, s. 287). Tilknyttet mitt forskningsprosjekt, ønsket jeg å studere deltakernes muligheter for å muntlig og skriftlig uttrykke matematiske kompetanser, slik de ble uttrykt i undervisning og ved gjennomføring av prøver, og anså dermed kvalitative metoder som en god tilnærming.

Cohen et al. (2018, s. 288), beskriver at en fordel av kvalitative metoder er at det tilrettelegger for at en forsker kan undersøke forklaringer til hvorfor observert situasjon er slik den er, ikke kun beskrive hva som direkte observeres. I forbindelse med mitt forskningsprosjekt, anser jeg dette som en fordel ettersom jeg ønsket å forklare årsaker til funn, samt diskutere eventuelle utfordringer og løsninger tilknyttet mine oppdagelser.

Cohen et al. (2018, s. 289) trekker frem at ettersom det er essensielt at et fenomen blir studert slik det blir uttrykt i sine naturlige omgivelser, er det viktig at datainnsamling ikke forstyrrer de naturlige omgivelsene. Ettersom jeg som forsker var til stede i klasserommet, samt at det var kameraer til stede i klasserommet, kan dette ha påvirket deltakernes atferd. Denne potensielle feilkilden var det viktig at jeg som forsker stilte meg kritisk, noe som derfor redegjøres tydeligere i kapittel 3.4.2.

Cohen et al. (2018, s. 643) beskriver at kvalitativ forskning er vanligvis preget av mye tolkning, hvor det er naturlig at det finnes flere forskjellige slutninger som kan trekkes ut av et

datamateriale. Jeg har gjennomgående i forskningsprosjektet, forsøkt å holde meg så objektiv som mulig til funn, men jeg erkjenner at jeg som forsker ikke vil kunne være fullstendig objektiv. En annen måte for hvordan jeg sikret troverdighet tilknyttet tolkninger, var at jeg forsøkte å så tydelig som mulig forklare tolkninger i lys av eksisterende teori. En fordel med mine valg av metoder, som diskuteres tydeligere i kapittel 3.4.2, var at jeg benyttet meg av videoopptak, slik at tolkninger tilknyttet funn i datamaterialet ikke ble farget av hva jeg følte i øyeblikket. En ytterligere fordel er at jeg har diskutert funn med veileder, noe som trolig styrker troverdigheten av mine funn.

Cohen et al. (2018, s. 289) anbefaler at dersom det benyttes kvalitative metoder, er det viktig at en forsker bruker tykke beskrivelser, slik at en leser kan bruke forskningen, og påføre dette i deres egne situasjoner. I mitt prosjekt, har jeg derfor gjennomgående forsøkt å så tydelig som mulig forklare mine valg, funn og tolkninger.

I mitt forskningsprosjekt, ble det benyttet tre metoder for datainnsamling. Dette var da observasjon, videoopptak og skriftlige prøver. Jeg anser observasjon og videoopptak som kvalitative metoder, men det er vanskelig å skulle skille mellom de skriftlige prøvene som deltakerne gjennomførte er kvalitative eller kvantitative. På bakgrunn av deres funksjon, anser jeg de som kvalitative, ettersom disse prøvene ble benyttet som et grunnlag for at jeg som forsker skulle kunne tolke deltakernes skriftlige uttrykte matematiske kompetanse. Prøvene hadde ikke som funksjon å generalisere deltakernes prestasjonsevner gjennom t-tester. De ble benyttet som et grunnlag for at jeg som forsker skulle ha et inntrykk av deltakernes skriftlige uttrykte matematiske kompetanse, slik at jeg kunne sammenligne dette med deres muntlige uttrykte matematiske kompetanse.

Etter å ha redegjort for forskningsprosjektets overordnede forskningsdesign, vil jeg nå gå inn på hvilke spesifikke metoder jeg valgte å benytte meg av, samt diskutere deres styrker og svakheter.

3.4.1 Observasjon

Ifølge Bjørndal (2017, s. 34), handler observasjon om å undersøke en situasjon ved bruk av sanser. I mitt forskningsprosjekt ble det benyttet observasjon for å danne et inntrykk av deltakernes muligheter til å uttrykke matematiske kompetanser muntlig, samt ha innsikt deltakernes uttrykte holdninger. Bjørndal (2017, s. 33) beskriver observasjon av andre orden,

som observasjon av en pedagogisk situasjon som en lærer eller veileder selv deltar i. Ettersom det var jeg som ledet undervisningstimene hvor observasjon foregikk, benyttet jeg meg av observasjon av andre orden. I gjennomføringen av min datainnsamling måtte jeg altså undervise og observere deltakerne samtidig. Bjørndalen (2017, s. 47) beskriver at en observatør må bestemme seg for hvilken grad av åpenhet og deltakelse observasjonen skal ha i forhold til situasjonen som observeres. I mitt forskningsprosjekt, hadde jeg etter min mening både høy grad av deltakelse og åpenhet, ettersom jeg var til stede og ledet undervisningen, samt informerte deltakerne om at jeg var til stede i klasserommet for å studere deres atferd.

Bjørndal (2017, s. 34) trekker frem utfordringer tilknyttet bruk av observasjon, hvor en av de største er at sanseinntrykk ikke er objektive, og blir ofte farget av hvordan observatøren følte seg i øyeblikket observasjonene fant sted. I mitt prosjekt, ettersom jeg observerte av andre orden, og hadde ansvaret for å lede undervisningstimen, var trolig observasjonene mine lite objektive. Slik jeg ser det, var jeg ved flere anledninger fokusert på hvordan jeg skulle drive undervisningen, og dermed mindre fokusert på observasjon av deltakerne, noe som svekket validiteten av mine observasjoner.

En annen utfordring tilknyttet bruk observasjon er at ikke alle observasjoner vil registreres, eller huskes (Bjørndal, 2017, s. 34-38). Tilknyttet mitt prosjekt, ønsket jeg å observere flere elever samtidig, noe som ville vært tilnærmet umulig å gjøre, ettersom de var delt i grupper som arbeidet på forskjellige plasser i klasserommet. Dette i kombinasjon med at jeg ikke hadde tid til å notere observasjoner fortløpende, ettersom jeg hadde ansvar for å lede undervisningstimen, førte trolig til at observasjoner ble glemt eller aldri registrert.

På grunn av ovenfornevnte utfordringer tilknyttet observasjon, valgte jeg å i tillegg benytte meg av videoopptak, i håp om å sikre høyere reliabilitet av funn. I neste delkapittel vil jeg redegjøre for hvordan jeg implementerte videoopptak i undervisningstimene, samt diskutere styrker og svakheter tilknyttet denne metoden.

3.4.2 Videoopptak

Videoopptak ble benyttet til å samle observasjoner tilknyttet deltakernes uttrykte matematiske kompetanse i undervisningstimer, samt deres uttrykte holdninger. Jeg benyttet meg av fire Go-pro-kameraer, hvor det var fordelt ett kamera på hver gruppe som deltakerne var fordelt i. Disse kameraene var festet på enten brystet eller hodet til en deltaker per gruppe. Kameraene

ble distribuert til de deltakerne som ga uttrykk for å føle seg mest komfortable med å ha kameraene på seg, og deltakerne valgte selv om de ville ha kameraet på brystet eller hodet sitt. Filmingen foregikk imens deltakerne arbeidet gruppevis med valgte undervisningsforløp. Det foregikk ikke filming imens deltakerne arbeidet med de skriftlige individuelle prøvene. Det ble tatt videoopptak av 3 ulike undervisningsøkter, hvor kameraene registrerte bilde og lyd.

Ifølge Bjørndal (2017, s. 79), er en av de største fordelene ved bruk av videoopptak at det er mulig å holde fast i observasjoner som ellers ville blitt glemt eller aldri registrert. Til mitt forskningsprosjekt var dette en viktig fordel, ettersom deltakerne i forskningsprosjektet var delt i fire grupper, slik at det ville vært utfordrende for meg som forsker å kunne observere alle disse gruppene til enhver tid. Hadde jeg ikke benyttet meg av video som verktøy, ville jeg gått glipp av mange viktige observasjoner. Min erfaring er at bruk av video tilrettela for at jeg som forsker oppdaget flere observasjoner enn det som ville blitt registrert ved kun bruk av observasjon.

Videoopptak fungerer i tillegg som en oppgradering av hukommelsen vår, hvor det er mulig å spole tilbake og gjenoppleve et øyeblikk flere ganger (Bjørndal, 2017, s. 79). Dette har vært en stor fordel tilknyttet transkripsjon av datamaterialet, ettersom jeg ofte opplevde det som vanskelig å få med meg alle deltakernes innspill. Dette har i tillegg gjort det enkelt for meg å analysere funn dypere, slik at jeg fikk mulighet til å forstå den observerte situasjonen tydeligere, samt oppdage sammenhenger fra ulike situasjoner. Jeg har opplevd at bruk av videoopptak supplert noen av svakhetene tilknyttet bruk av kun observasjon, ettersom jeg i analyseprosessen av videoopptakene oppdaget flere funn jeg ikke registrerte fra egen observasjon.

Ifølge Bjørndal (2017, s. 86), er det viktig å være kritisk til hvorvidt bruk av video kan påvirke de personene som blir observert. Denne påvirkningen kan reduseres ved blant annet hvor synlig kameraet er, hvilken grad av tillitt de observerte har til observatøren og hvorvidt de involverte er bevisste på hvordan atferd som observatøren er opptatt av (Bjørndal, 2017, s. 86). Ettersom jeg benyttet meg av Go-Pro-kameraer som deltakerne hadde festet til hodet eller brystet sitt, var kameraene veldig synlige for deltakerne. Deltakerne hadde samtykket til at jeg som forsker hadde tillatelse til å ta opptak av dem, samt at det var kun jeg som skulle se på

opptakene deres, noe som trolig økte tilliten deres til meg som observatør. Jeg fikk inntrykk av at deltakerne var spesielt opptatt av kameraene ved starten av påbegynt filming, men det virket som deltakerne fort “glemte” at de hadde kameraene på seg.

Jeg har opplevd en stor fordel tilknyttet kameraplasseringen. Ved at deltakerne hadde kameraene plassert på enten brystet eller hodet sitt, fikk jeg som forsker et unikt perspektiv. Det var enkelt å se hva deltakeren med kameraet hadde oppmerksomheten sin rettet mot. En annen fordel ved at deltakerne hadde kameraene på seg var at i det gruppene som deltakerne arbeidet i flyttet seg til en annen plass for å arbeide, trengte ikke jeg som observatør å bruke tid på å flytte et stasjonert kamera etter dem, ettersom de selv tok det med seg. Oppsummert, hadde jeg positive erfaringer ved at deltakerne hadde kameraene på seg, og fikk inntrykk av at disse forstyrret undervisningsøktene i liten grad.

3.4.3 Skriftlige prøver

I dette delkapittelet redegjøres det for hvorfor det ble benyttet skriftlige prøver som metode. Slik det ble argumentert i kapittel 1.1, var den opprinnelige funksjonen til de skriftlige pre- og post-testene å gi innsikt i deltakernes prestasjoner før og etter et gjennomført undervisningsforløp. Etter endret fokus av prosjektet, var ikke den skriftlige pre-testen lengre relevant for å besvare valgte forskningsspørsmål. Videre i dette delkapittelet, når jeg refererer til skriftlig prøve som metode, er det den skriftlige post-testen som omtales.

Post-testen hadde som funksjon å gi innsikt i kvaliteten på deltakernes skriftlig uttrykte matematiske kompetanse. Jeg ser dette i tråd med det Cohen et al. (2018, s. 563) beskriver som hva tester kan benyttes til, hvor de forklarer at en prøve kan benyttes til å anslå elevers prestasjoner, bedømme deres styrker og svakheter, samt sammenligne elevers kompetanser.⁴ Cohen et al. (2018, s. 567) bruker begrepet *domain-referenced test*, for å beskrive en prøve som omhandler et spesifikt tema. Tilknyttet mitt prosjekt, anser jeg den skriftlige post-testen som deltakerne gjennomførte som en slik test, ettersom prøven omhandlet temaet funksjonslære.

⁴ Denne setningen er hentet fra eksamen i LER-3500

Cohen et al. (2018, s. 567) benytter begrepet *researcher-produced tests* til å beskrive tester som en forsker kan produsere for å teste spesifikke ønskede kompetanser. Jeg valgte å produsere en egen post-test som deltakerne skulle gjennomføre, ettersom jeg ønsket å teste spesifikke matematiske kompetanser. Innholdet av disse kompetansene, og hvordan jeg kom frem til de redegjøres for tydeligere i kapittel 3.6.3. Cohen et al. (2018, s. 568) trekker frem begrepet *classical test theory* (CTT), som et viktig punkt for forskere som designer egne tester å stille seg kritisk til. CTT antar at det finnes en teoretisk *true score*, slik at hvis en test var designet uten en eneste målefeil, ville en person som gjennomførte testen bli tildelt samme poengsum hver gang den ble gjennomført (Cohen et al., 2018, s. 569). I den virkelige verdenen, vil det derimot oppstå målefeil som et resultat av flere faktorer, men det går an å redusere mengden målefeil, slik at testen blir så nær en *true score* som mulig (Cohen et al., 2018, s. 569-570). Noen av de viktigste faktorene er tilknyttet om prøven tester de faktiske egenskapene som en forsker ønsker å teste, om oppgavene er tilpasset til de som skal gjennomføre de sin alder og tidligere erfaringer, samt om det er tydelig hva som etterspørres på hver oppgave (Cohen et al., 2018, s. 570).

Prosjektets post-test var tilpasset deltakernes alder og tidligere kjente kompetanser, ettersom prøven som deltakerne gjennomførte baserte seg på kompetansemål fra Fagfornyelsen som elever ved 10. trinn skal mestre, og deltakerne gikk i 9. og 10. trinn. Testen ble produsert med intensjonen av at det skulle være så tydelig som mulig for deltakerne å vite hva hver oppgave etterspurte. Jeg som forsker anerkjenner at dette var en mulig svakhet med prøven jeg produserte. Jeg minimaliserte denne feilkilden ved å formulere oppgavene så tydelig som mulig, slik at det var så lite rom for tolkning som mulig. En annen mulig svakhet tilknyttet post-testen er at jeg selv produserte den. Jeg forsøkte å minimalisere denne feilkilden, ved å benytte meg av litteratur for å formulere hver oppgave, noe som tydeliggjøres i kapittel 3.6.

3.5 Datainnsamlingen

I dette delkapittelet redegjøres det for utvalget av deltakere og rammene rundt datainnsamlingen min.

3.5.1 Utvalg av deltakere

Gjennom en tidligere praksisperiode tilknyttet lærerutdanningen ble jeg kjent med læreren til klassene hvor datainnsamlingen fant sted. Denne læreren ønsket å delta i prosjektet, og

tilrettela slik at jeg kunne benytte hennes klasser som informanter til forskningsprosjektets datainnsamling.

I klassene var det 18 elever totalt, men grunnet sykdom og fravær var det i alt 12 elever som deltok i prosjektet som informanter. Læreren hadde ansvaret for to klasser, og disse klassene gjennomførte matematikkundervisning samlet. Jeg stilte tre krav til de elevene som skulle delta i forskningsprosjektet som informanter. Disse kravene var at elevene måtte levere samtykkeskjema som var underskrevet av dem selv og foresatte hvor det ble gjort kjent at det skulle gjennomføres skriftlig pre- og post-test, samt at det skulle gjøres film og lydopptak, og at dette materialet kunne benyttes i mitt forskningsprosjekt (se vedlegg A). Videre måtte elevene være til stede og delta i undervisningsoppleggene og gjennomføre den skriftlige post-testen. De elevene som oppfylte de tre nevnte kriteriene, ble valgt som deltakere i forskningsprosjektet.

3.5.2 Rammer rundt datainnsamlingen

I dette delkapittelet redegjøres det for rammene rundt datainnsamlingen. Med dette mener jeg faktorer som styrte datainnsamlingen, som jeg ikke hadde kontroll over, og som jeg måtte forholde meg til.

Deltakerne i prosjektet var 12 elever i 9. og 10. klasse på en skole der alderstrinn parvis gjennomførte matematikkundervisning samlet. Jeg ble tildelt en uke med matematikkundervisning, noe som betydde at jeg styrte innholdet av tre undervisningstimer. Læreren ønsket at jeg strukturerte undervisningen som en innledning til temaet funksjonslære, hvor hun begrunnet dette i at det hadde vært lenge siden elevene hadde blitt eksponert for slik undervisning. For øvrig var det opp til meg å definere innholdet av undervisningstimene.

Før gjennomføring av prosjektets undervisningsforløp, intervjuet jeg læreren til klassene, for å få innsikt i deltakernes tidligere matematiske prestasjonsevner. Jeg ba læreren dele elevgruppen i følgende kategorier: elever som presterer lavt, middels og høyt. Opprinnelig var planen til forskningsprosjektet å sammenligne prestasjonsevnene til elever kategorisert som lavtpresterende, mellompresterende og høytpresterende, slik at denne innsikten var viktig. Etter endringen av prosjektets forskningsspørsmål, har jeg opplevd denne kategoriseringen som innsiktsfull, ettersom kategoriseringen tilrettela for oppdagelse av funn. I denne oppgaven vil jeg omtale elever «kategorisert» og «vurdert til» disse nivåene. Jeg understreker

at dette ikke er tilknyttet min analysemetode og er ikke en kategorisering jeg selv har gjort. Det er i disse tilfellene snakk om klassen til læreren som har kategorisert de. Med dette nevnt, presenteres anonymiserte navn av deltakerne, samt kategoriene som læreren delte de inn i.

Lavtpresterende	Mellompresterende	Høytpresterende
Jenny Siri Ine	Kristian Aksel Andrea Anja	Luna Silje Tora Mathilde Leah

Tabell 1: Oversikt av deltakernes inndeling av tidligere prestasjonsevner.

3.5.2.1 Oversikt av innholdet til undervisningstimer

Nedenfor presenteres en tabell som beskriver innholdet av de tre undervisningstimene og prosjektets steg i datainnsamlingen. Tabellen presenteres med intensjonen av å synliggjøre innholdet av de forskjellige undervisningsøktene. Innholdet av undervisningsøktene redegjøres tydeligere for i kapittel 3.6.2. Disse undervisningstimene foregikk på tre individuelle dager, innenfor den samme uken.

Undervisningstime 1 45 min	Undervisningstime 2 90 min	Undervisningstime 3 90 min
Gjennomføre pre-test (25 min)	Gjennomføring av <i>barbiedukke i strikkhopp</i> (90 min)	Arbeide med oppgaver som knyttet <i>barbiedukke i</i> <i>strokkhopp</i> til funksjonslære (ca. 50 min)
Introduksjon og oppstart av <i>barbiedukke i strikkhopp</i> (ca. 15 min)		Gjennomføre post-test (25 min)

Tabell 2: Oversikt over undervisningsforløpet.

Den første undervisningstimen var 45 minutter lang, imens de to følgende undervisningsøktene var begge 90 minutter hver. Deltakerne gjennomførte ved starten av den første undervisningstimen en skriftlig individuell pre-test som bestod av fem oppgaver (se vedlegg C). Jeg minner om at denne pre-testen ikke ble benyttet som en del av forskningsprosjektets datamateriale. Deltakerne ble tildelt 25 minutter til å gjennomføre denne prøven, for å unngå at tidsrammen ble en stressende faktor og begrensende faktor for deltakernes prestasjonsevner. Etter gjennomføringen av denne pre-testen ble deltakerne introdusert til et undervisningsopplegg kjent som *barbiedukke i strikkhopp*. Innholdet av *barbiedukke i strikkhopp* og hvorfor jeg valgte dette opplegget redegjøres for i kapittel 3.6.2. Deltakerne arbeidet i omtrent 15 minutter av den første undervisningstimen med dette opplegget.

Hele den andre undervisningsøkten arbeidet deltakerne med undervisningsopplegget *barbiedukke i strikkhopp*. I den tredje undervisningsøkten arbeidet forskningsprosjektets deltakere med problembaserte oppgaver, som hadde som funksjon å knytte relevans mellom *barbiedukke i strikkhopp* og temaet funksjonslære. Etter å ha arbeidet med dette opplegget i omtrent 50 minutter fikk deltakerne en 10 minutters pause. Ifølge Cohen et al. (2018, s. 279), kan reliabiliteten av prøver bli påvirket av hvor slitne de som gjennomfører prøven er. Tilknyttet mitt prosjekt, ble deltakerne tildelt en pause før gjennomføring av post-testen, i håp om å redusere sannsynligheten av at deltakernes prøveresultater skulle være farget av at de var slitne. Etter denne pausen gjennomførte deltakerne den skriftlige post-testen hvor de hadde 25 minutter til disposisjon. Se vedlegg D for innsikt i post-testen. Hvordan jeg kom frem til innholdet av undervisningsøktene og prøvene redegjøres tydeligere i kapittel 3.6.

3.5.2.2 Oversikt av gruppeinndeling

Læreren ansvarlig for klassene delte deltakerne inn i 4 grupper etter gjennomføringen av pre-testen. Grunnet noen småkonflikter rundt gutter og jenter som skulle samarbeide, ble guttene plassert i egen gruppe, imens de tre andre gruppene bestod av bare jenter. Det var ønskelig at gruppene bestod av 3 til 4 deltakere. Alle gruppene unntatt gruppe 1 var heterogene med tanke på tidligere matematikkprestasjoner. Gruppeinndelingen var som følger:

Gruppe 1:	Kristian (M) og Aksel (M)
Gruppe 2:	Silje (H) og Andrea (M)
Gruppe 3:	Luna (H), Mathilde (H), Ine (L) og Leah (H)
Gruppe 4:	Tora (H), Anja (M), Jenny (L) og Siri (L)

Tabell 3: Oversikt av deltakernes gruppeinndeling.

I parentes bak de fiktive navnene angis kategoriene for elever kategorisert som lavtpresterende (L), mellompresterende (M) og høytpresterende (H).

3.6 Utvikling av datainnsamlingen

I dette delkapittelet beskrives det hvordan datainnsamlingen ble utformet. Det redegjøres for utvikling av kompetansene som deltakerne ble vurdert etter, samt hvordan disse ble implementert i undervisningsoppleggene og den skriftlige post-testen. Jeg minner på at jeg ønsket å sammenligne uttrykte matematiske kompetanser på post-testen og muntlig uttrykte matematiske kompetanser i undervisningsforløpet. På grunn av dette, tenkte jeg at det var viktig at undervisningstimene tilrettela for at deltakerne fikk uttrykt deres matematiske kompetanse muntlig, imens post-testen tilrettela for at de fikk uttrykt deres matematiske kompetanse skriftlig.

3.6.1 Utvikling av datainnsamlingens innhold

I dette delkapittelet redegjøres det for utviklingen av de fem kompetansene som styrte innholdet av undervisningstimene og vurderingsgrunnlaget til deltakerne.

Ifølge Cohen et al. (2018), er det viktig at når to ulike vurderinger skal sammenlignes, må sammenligningen foregå på en så rettferdig måte som mulig, for å ivareta reliabilitet. I forskningsprosjektet anså jeg det derfor som viktig at deltakerne ble vurdert etter de samme kompetansene da deres muntlige og skriftlige uttrykte matematiske kompetanser skulle sammenlignes. Totalt kom jeg frem til fem kompetanser jeg ønsket å vurdere deltakerne etter. Disse fem kompetansene ble utviklet på bakgrunn av innholdet i Fagfornyelsen og

trådmodellen. Hvilke deler av trådmodellen og hvilke kjerneelementer jeg valgte å fokusere på redegjøres for i følgende delkapitler.

3.6.1.1 Fagfornyelsen

I kapittel 2.2 ble det presentert fire relevante kompetansemål for temaet funksjonslære i matematikk for elever etter 10. trinn. På grunn av prosjektets begrensede tidsramme ønsket jeg å fokusere på to kompetansemål som skulle styre innholdet av egenproduserte kompetanser. De to kompetansemålene jeg valgte å fokusere på er som følger:

- Bruke funksjoner i modellering og argumentere for framgangsmåter og resultater.
- Utforske og sammenligne egenskaper ved ulike funksjoner ved å bruke digitale verktøy.

(Utdanningsdirektoratet, 2019b)

Med utgangspunkt i disse kompetansemålene, anså jeg kjerneelementene utforskning, problemløsning, modellering, kommunikasjon og argumentasjon som relevante. Innholdet og betydningen av disse fem kjerneelementene ble redegjort for i kapittel 2.2. På hvordan måte disse kjerneelementene ble implementert i undervisningstimene og prøvene redegjøres for i kapittel 3.6.2 og 3.6.3.

3.6.1.2 Trådmodellen

I kapittel 2.1 ble det presentert at trådmodellen bestod av fem komponenter. På grunn av prosjektets begrensede tidsramme valgte jeg å fokusere på begrepsmessig forståelse, anvendelse og resonnering. Ettersom undervisningsforløpet skulle fungere som en introduksjon til temaet funksjonslære, anså jeg det som relevant at deltakerne skulle få innsikt i noen grunnleggende begreper tilknyttet funksjonslære. Ettersom jeg ønsket å gjennomføre et undersøkende undervisningsforløp, anså jeg det som relevant å fokusere på anvendelse og resonnering.

3.6.1.3 Implementering av kjerneelementer og trådmodellen i kompetansene som deltakerne skulle vurderes etter

Etter å nå ha gjort rede for hvilke komponenter av trådmodellen, samt de kjerneelementene jeg valgte å fokusere på, presenteres det hvordan disse ble benyttet til å produsere de fem kompetansene som jeg ønsket å vurdere deltakerne basert på.

De tre først kompetansene jeg ønsket å vurdere deltakerne basert på stilte alle krav til at et begrep skulle forklares. Disse er som følger:

- Kompetanse til å forklare begrepet lineær graf
- Kompetanse til å forklare begrepet stigningstall
- Kompetanse til å forklare begrepet konstantledd

Disse kompetansene stilte krav til at forskningsprosjektets deltakere skulle forklare de tre begrepene lineær graf, stigningstall og konstantledd. Disse tre kompetansene stiller etter min mening krav til det Kilpatrick et al. beskriver som begrepsmessig forståelse, og kjerneelementet kommunikasjon.

De to gjenstående kompetansene som jeg ønsket å vurdere deltakerne etter var som følger:

- Kompetanse til å produsere et funksjonsuttrykk som beskriver en oppgitt situasjon, samt begrunne hvorfor funksjonsuttrykket passer til situasjonen.
- Kompetanse til å produsere en situasjon som passer til et oppgitt funksjonsuttrykk, samt begrunne hvorfor situasjonen passer til funksjonsuttrykket.

De kjerneelementene, slik jeg tolker det, som disse kompetansene stilte krav til var kommunikasjon, utforskning, problemløsning, modellering og argumentasjon. Utforskning kom til uttrykk ved at kompetansene stilte krav til at deltakerne skulle finne et mønster eller en sammenheng. Problemløsning var nødvendig, ettersom kompetansene stilte krav til å bruke en metode for å løse problemet som deltakerne ikke kjente til fra før. Kompetansene stilte krav til modellering, ettersom deltakerne skulle benytte seg av matematisk språk for å beskrive en del av virkeligheten. Kjerneelementet argumentasjon kom til uttrykk i kompetansene ved at deltakerne måtte forklare hvorfor løsningene deres stemte.

De delene av trådmodellen, slik jeg tolker det, som disse to kompetansene stilte krav til var begrepsmessig forståelse, anvendelse og resonnering. Begrepsmessig forståelse var nødvendig for innsikt i et funksjonsuttrykk, da i form av stigningstall og konstantledd. Anvendelse kom til uttrykk ved at deltakerne måtte kunne bryte ned etterspurte problem i mindre biter for å komme frem til en gyldig løsning, og resonnering kom til uttrykk ved at deltakerne måtte rettferdiggjøre betydningen av løsningen deres.

Etter å nå ha gjort rede for hvordan jeg kom frem til kompetansene som deltakerne ble vurdert etter, vil jeg redegjøre for hvordan disse kompetansene ble implementert i undervisningsforløpet og den skriftlige post-testen.

3.6.2 Utforming av undervisningsforløpet

I dette delkapittelet vil jeg gjøre rede for innholdet av de tre undervisningstimene som ble benyttet som en del av datainnsamlingen, samt begrunne valg tilknyttet deres innhold.

For at jeg som forsker skulle ha innsikt i deltakernes muntlige uttrykte matematiske kompetanse, stilte det krav til at undervisningstimene tilrettela for at deltakerne fikk mulighet til å både utvikle og uttrykke de fem etterspurte matematiske kompetansene muntlig. Undervisningsoppleggene som jeg valgte, måtte altså tilrettelegge for at deltakerne fikk mulighet til å utvikle kjerneelementene nevnt ovenfor og den delen av trådmodellen som jeg ønsket å fokusere på, samt tilrettelegge for at deltakerne fikk muntlig kommunisert disse kompetansene.

Jeg valgte å benytte undervisningsopplegget kjent som *barbiedukke i strikkhopp*. Jeg planla at innholdet av undervisningstimene skulle følge strukturen av undersøkende undervisning som Pedaste, et al. beskriver. Ifølge Pedaste et al. (2015, s. 51) består undersøkende undervisning vanligvis av fem faser. Disse fasene er introduksjon, konseptualisering, undersøkelsesfase, konklusjon og diskusjon, hvor det også trekkes frem at det er mulig å implementere en etterarbeidsfase tilknyttet et undersøkende opplegg (Pedaste et al., 2015, s. 51). Hva som menes med de forskjellige fasene ble redegjort for i kapittel 2.4.

For mitt forskningsprosjekt, trengte jeg et undervisningsopplegg som bestod av en passelig utfordrende og åpen oppgave med flere innfallsvinkler. Jeg ser dette i lys av det Pedaste et al. (2015, s. 54) beskriver som kravet til en undersøkende oppgave. Jeg anså *barbiedukke i*

strikkhopp som en passende utfordrende og åpen oppgave. I introduksjonsfasen ble deltakerne kjent med innholdet av undervisningsopplegget, og hva som var forventet av dem. Her ble de informert om at de skulle gjennom bruk av en ukjent mengde strikk knyte disse sammen for å produsere et “strikkhopp”, slik at det var mulig å slippe en barbiedukke i dette strikkhoppet, hvor målet var at dukken skulle falle akkurat fire meter. Slik jeg ser det, foregikk konseptualiseringsfasen, undersøkelsesfasen og konklusjonsfasen i dette undervisningsopplegget om hverandre. Ved at deltakerne måtte selv utvikle strategier for hvordan de skulle måle og beregne seg frem til mengden strikk de trengte for å produsere deres strikkhopp. Deltakerne måtte selv utføre disse stegene, samt evaluere troverdigheten av egne funn. Dersom deres strategier var unøyaktige, måtte de utvikle nye strategier og gjennomføre disse på nytt. Etter at undervisningsopplegget ble gjennomført, var det satt av tid til en plenumssamtale i klasserommet, hvor deltakerne fikk mulighet til å dele fremgangsmåter, resultater og feilkilder med resten av klassen. Dette fungerte som undervisningsoppleggets diskusjonsfase. Som illustrert ovenfor i tabell 2, ble tiden tilgjengelig i de to første undervisningsøktene benyttet til gjennomføringen av dette undervisningsopplegget.

I den tredje undervisningsøkten arbeidet deltakerne med diskusjonsoppgaver gruppevis. (Se vedlegg B for innsikt av innholdet til denne undervisningsøkten). Denne undervisningsøkten tilrettela for at deltakerne fikk mulighet til å knytte relevans mellom *barbiedukke i strikkhopp* og temaet funksjonslære, gjennom muntlig diskusjon. Disse diskusjonsoppgavene gikk ut på å forklare begrepene lineær graf, stigningstall og konstantledd, samt produsere et funksjonsuttrykk på bakgrunn av deres egne målinger tilknyttet opplegget *barbiedukke i strikkhopp*. Det var i tillegg en oppgave som stilte krav til at deltakerne forklarte en situasjon som stemte overens med et oppgitt funksjonsuttrykk. Jeg ser denne undervisningsøkten i lys av det Pedaste et al. (2015, s. 51) beskriver som en etterarbeidsfase. Denne undervisningstimen tilrettela for at deltakerne fikk mulighet til å både utvikle og muntlig uttrykke de fem kompetansene som deltakerne skulle vurderes på bakgrunn av.

3.6.3 Utforming av skriftlig pre- og post-test

Som nevnt i kapittel 3.2, var den opprinnelige planen til forskningsprosjektet å studere forskjell i deltakernes prestasjonsevner før og etter gjennomført undervisning. På grunn av dette gjennomførte deltakerne en pre-test før undervisningsforløpet og en post-test etter

undervisningsforløpet. Jeg minner på at etter endringen av forskningsprosjektets fokus, kunne ikke pre-testen lengre benyttes til å besvare de nye forskningsspørsmålene. Jeg velger å inkludere utformingen av pre-testen i dette delkapittelet, ettersom slik jeg vil argumentere i følgende avsnitt, kunne den fungert som en feilkilde som favoriserte deltakernes skriftlig uttrykte matematiske kompetanser på post-testen.

Ifølge Brown, Irving og Keegan (2008), tar det omtrent tre uker for elever å glemme oppgaver og løsninger som de har blitt eksponert for på tidligere prøver. Ettersom deltakerne i mitt prosjekt gjennomførte pre- og post-testene innen den samme uken, valgte jeg å ikke benytte meg av identiske prøver til deltakerne, ettersom dette kunne føre til en ekstra feilkilde i form av at deltakerne memoriserte oppgaver og fremgangsmåter (se vedlegg C og D for pre- og post-ene). På begge prøvene var de tre første oppgavene like. Disse oppgavene stilte krav til at deltakerne skulle forklare begrepene lineær graf, stigningstall og konstantledd. Oppgave fire og fem var formulert annerledes på post- og pre-testene, men stilte etter min mening krav til de samme kjerneelementene og de delene av trådmodellen som jeg valgte å fokusere på.

Ifølge Cohen et al. (2018, s. 570), er det viktig at en prøve er designet slik at det er tydelig hvilket svar som forventes på hver oppgave. For å redusere denne potensielle feilkilden, forsøkte jeg å formulere alle oppgavene på prøvene så tydelig som mulig. Tilknyttet de første tre oppgavene, formulerte jeg derfor “forklar følgende begrep så grundig du kan”. Slik jeg tolker det, informerte dette deltakerne om at de skulle uttrykke all innsikt de hadde i de ulike etterspurte begrepene.

Ifølge Cohen et al. (2018, s. 572) er det viktig at en prøve er designet slik at den tester de spesifikke kompetansene som skal testes.⁵ I mitt forskningsprosjekt, har jeg forsøkt å tydelig forklare hva som menes matematiske kompetanser, og hvilke kompetanser jeg ønsket at prøvene skulle teste. Jeg tenker at det er en styrke at jeg støtter opp kompetansene jeg ønsket å teste opp mot trådmodellen og Fagfornyelsen. Jeg erkjenner at det er en mulig svakhet at jeg selv produserte prøvene, men valgte å gjøre dette ettersom datainnsamlingen foregikk over

⁵ Denne setningen er hentet fra eksamen i LER-3500

kort tid, måtte jeg limitere mengden etterspurte matematiske kompetanser, og jeg fant ingen anerkjent prøve som etterspurte ønskede kompetanser.

Ettersom undervisningsoppleggene og prøvene tilrettela for at deltakerne fikk mulighet til å muntlig og skriftlig uttrykke de samme fem kompetansene, hadde jeg som forsker etter min mening et grunnlag for å sammenligne deltakernes muntlige og skriftlige uttrykte matematiske kompetanser. Nå som jeg har gjort rede for hvordan utformingen av datainnsamlingen min, velger jeg å gå videre til hvordan jeg analyserte datamaterialet.

3.7 Analysemetode – Tematisk analyse

I dette delkapittelet redegjøres det for hvordan forskningsprosjektets datamateriale ble analysert. Tilknyttet mitt datamateriale anså jeg det som viktig å kategorisere kvaliteten av deltakernes uttrykte matematiske kompetanse, samt kategorisere deres holdninger som kunne være et hinder for deres muligheter for å utvikle og uttrykke deres matematiske kompetanse. Det ble benyttet transkripsjon som verktøy for å analysere forskningsprosjektets videoopptak. På bakgrunn av transkripsjon ble det benyttet en tematisk analyse for å kategorisere transkripsjonen. Dette foregikk gjennom en kombinasjon av empirinær og tematisk koding, hvor formålet var å kategorisere kvaliteten av uttrykte matematiske kompetanse, samt deltakernes uttrykte holdninger.

3.7.1 Transkripsjon

Ifølge Cohen et al. (2018, s. 645-646), kan transkripsjon benyttes for å tilrettelegge for analyse av kvalitative metoder. Ved at dialog presenteres som skrevet tekst, blir det enklere for en forsker, samt en leser å oppnå innsikt i datamaterialet (Cohen et al., 2018, s. 645). I mitt forskningsprosjekt opplevde jeg det som enkelt og oversiktlig å finne frem til de transkriberte dialogene som jeg anså som relevante for å besvare mine forskningsspørsmål.

Ifølge Cohen et al. (2018, s. 646), vil ren transkripsjon av dialog utelate ikke-verbale aspekter av situasjonen som transkriberes, noe som kan gjøre det vanskelig for en leser å forstå den transkriberte situasjonen. For å tydeliggjøre en transkribert situasjon kan en forsker velge å inkludere ikke-verbale aspekter, men dersom dette gjøres må det redegjøres for tydelig (Cohen et al., 2018, s. 646). Ifølge Gleiss og Sæther (2021, s. 98) må transkripsjon benyttes hensiktsmessig for å besvare valgt problemstilling. Tilknyttet mitt prosjekt, ønsket jeg å

oppnå innsikt i uttrykte matematiske kompetanser, samt uttrykte holdninger hos deltakerne. På grunn av dette valgte jeg å inkludere min tolkning av kroppsspråk, tonefall, pauser i dialog og hvem utsagnet ble kommunisert til, dersom jeg anså at situasjonen ble lettere å forstå for en leser hvis disse aspektene var inkludert. Min tolkning av kroppsspråk, tonefall og hvem utsagnet ble kommunisert til ble notert i parentes, imens pauser i dialog ble markert med ... Cohen et al. (2018, s. 646) trekker også frem at det er vanlig for en forsker å gjøre om dialekt til skriveform. I min transkripsjonsprosess valgte jeg derfor å oversette dialekt til bokmål.

Ifølge Cohen et al. (2018, s. 646) er det viktig at en forsker stiller seg kritisk til at transkripsjon ikke er en objektiv representasjon av virkeligheten, ettersom tolkning ofte er en del av transkripsjonsprosessen. På grunn av dette anså jeg det som viktig at jeg forsøkte å forholde meg så objektiv som mulig i transkripsjonsprosessen. Jeg erkjenner at det ikke var mulig for meg å være fullstendig objektiv, grunnet min forforståelse. For å forminske denne feilkilden forsøkte jeg å så tydelig som mulig forklare hvilke deler av videoopptakene jeg har valgt å notere som en del av transkripsjonen.

Det ble benyttet tabellverktøy i Word for å notere transkripsjon, hvor det ble laget fire kolonner for hver transkripsjon. De fire kolonnene bestod av nummeret på utsagnet, pseudonavnet til deltakeren som uttalte utsagnet, nivåinndelingen av deltakeren, samt utsagnet og annen informasjon som beskrev situasjonen. Nedenfor tydeliggjøres det hvordan transkripsjonen så ut.

Nummeret på utsagnet	Deltakerens pseudonavn	Deltakerens nivåinndeling	Utsagn/annet

Utsagnene ble nummerert med intensjonen av at jeg enklere kunne henvise til nummererte utsagn. Deltakernes pseudonavn ble presentert for å ivareta anonymiteten til deltakerne. Deltakerens nivåinndeling ble inkludert for å tydeliggjøre deltakernes tidligere kategoriserte prestasjonsevner, noe som etter min mening tydeliggjorde den transkriberte situasjon.

3.7.2 Tematisk analyse

For å analysere forskningsprosjektets transkriberte datamateriale, samt de skriftlige prøvene, ble det benyttet en tematisk analyse som fulgte strukturen presentert av Braun og Clarke. Braun & Clarke (2006) presenterer en modell som består av seks steg, som har målet av å identifisere mønstre i et datamateriale. Disse seks stegne innebærer å gjøre seg kjent med datamaterialet, generere koder, søke etter tema, gjennomgå temaer, definere og navnsette temaer og til slutt produsere den endelige analysen (Braun & Clarke, 2006).

Braun og Clarke (2006, s. 87), anbefaler at en forsker gjør seg kjent med sitt datamateriale før man begynner prosessen av å generere koder og kategorier. Jeg valgte derfor å gjøre meg kjent med helheten av datamaterialet mitt før jeg begynte prosessen av å kode. I praksis betydde dette at jeg transkriberte videoopptakene, så gjennom transkripsjonen, samt så gjennom de skriftlige prøvene som deltakerne hadde gjennomført. Etter at jeg ble kjent med datamaterialet benyttet jeg meg av en induktiv tilnærming til å generere kategorier. Ifølge Braun og Clarke (2006, s. 83), kan en slik induktiv tilnærming benyttes for å komme frem til ønskede koder og kategorier. For mitt prosjekt betydde dette at jeg noterte koder som jeg anså som relevante.

Braun og Clarke (2006, s. 89) trekker frem at etter at en forsker har generert koder eller kategorier, er det mulig å lage temaer, som sammenfatter ulike koder og kategorier. De temaene som velges, bør ha en sammenheng med det en forsker har formulert som forskningsspørsmål (Braun & Clarke, s. 82). Tilknyttet mitt prosjekt, var det relevant å kategorisere kvaliteten av deltakernes uttrykte matematiske kompetanse, samt uttrykte holdninger som kunne være et hinder for deres muligheter for å utvikle og uttrykke deres matematiske kompetanse. For å komme frem til disse temaene, støttet jeg meg på litteratur. Ifølge Gleiss og Sæther (2021, s. 174), kan en forsker benytte seg av en kombinasjon av empirinær og tematisk koding. Ifølge Gleiss & Sæther (2021, s. 174), er empirinær koding en induktiv tilnærming til koding hvor en forsker har et åpent utgangspunkt og baserer kodingen sin på det som kommer frem i datamaterialet. I tematisk koding, bestemmer en forsker seg på forhånd hva de forskjellige kategoriene skal være på bakgrunn av eksisterende litteratur (Gleiss og Sæther, 2021, s. 174). For mitt prosjekt, betydde dette at jeg benyttet meg av litteratur i kombinasjon med en induktiv tilnærming av datamaterialet.

Den fjerde og femte fasen handler om å avgrense ulike temaer fra hverandre, samt navngi og oppsummere essensen av ulike temaer (Braun & Clarke, 2006). Tilknyttet mitt prosjekt, gikk dette ut på å samle koder innenfor ulike temaer, og avgrense disse temaene. Eksempelvis, var ett slikt tema jeg bestemte *uttrykk for lav selvillit*. Fra datamaterialet samlet jeg ulike koder, som etter min mening pekte til dette temaet.

I den sjette og siste fasen presenteres datamaterialet, hvor det skal bestemmes utdrag som er relevante for å besvare forskningsspørsmål (Braun & Clarke, 2006). Tilknyttet min oppgave, presenteres dette i kapittel 4.

3.7.3 Kategorisering av kvaliteten til deltakernes uttrykte matematiske komeptanse - Rubric

Ettersom jeg ønsket å undersøke kjennetegn på elevers skriftlige og muntlige uttrykte matematiske kompetanse gjennom kvalitative metoder, tenkte jeg at det var viktig at jeg forsøkte så tydelig som mulig redegjøre for hvordan jeg kategoriserte kvaliteten til deltakernes uttrykte matematiske kompetanse. Tematisk analyse fungerte som bakgrunnen for hvordan jeg oppdaget koder, som senere ble kategorisert i ulike temaer. I datamaterialet, oppdaget jeg uttrykk for deltakernes matematiske kompetanse, som i ettertid ble benyttet for å lage inndelingen av kvaliteten til deltakernes uttrykte matematiske kompetanse. Slik jeg vil argumentere i dette delkapittelet, ble det benyttet en kombinasjon av empirinær og tematisk koding.

For å kategorisere kvaliteten av deltakernes uttrykte matematiske kompetanser ble det benyttet en *rubric* (se tabell 4). Ifølge Van de Walle et al. (2018, s. 50), er en *rubric* en tabell som har inndelte kategorier som viser hvilken grad av kvalitet ulike kompetanser kan inndeles i, og det kan benyttes for å ha troverdige retningslinjer for å analysere elevers innspill. Jeg valgte å benytte meg av en *rubric* i min dataanalyse, for å ha noen tydelige retningslinjer for å kategorisere kvaliteten av deltakernes uttrykte matematiske kompetanse. Van de Walle et al. (2018, s. 51) benytter begrepet *task-specific rubric* for å beskrive en kategorisering av konkrete etterspurte kompetanser. I mitt prosjekt var dette relevant, ettersom jeg ønsket å kategorisere flere spesifikke etterspurte kompetanser. Van de Walle et al. (2018, s. 51) trekker frem at kjennskap til elevers forventede prestasjoner er en viktig indikator for hva som skal kreves i de forskjellige inndelingene av kategoriene. Tilknyttet mitt prosjekt, ettersom jeg

ikke hadde kjennskap til deltakernes prestasjonsevner innenfor temaet funksjonslære, valgte jeg å benytte meg av en kombinasjon av empirinær og tematisk koding for å avgjøre innholdet til de forskjellige kategoriene. Hva som menes med empirinær og tematisk koding ble redegjort for i kapittel 3.7.2. Etersom jeg ikke hadde kjennskap til deltakernes prestasjonsevner tilknyttet temaet funksjonslære før gjennomføringen av datainnsamlingen, ville det vært utfordrende for meg å på forhånd av dataanalysen ha innsikt i forventet kvalitet av deltakernes innspill. Jeg hadde delvis sett for meg kategoriene på forhånd, men hvordan jeg spesifikt formulerte disse foregikk gjennom både empirinær og tematisk koding. Liljedahl (2020) trekker frem at en utfordring ved bruk av *rubric* er at det er vanskelig å lage kategorier som passer til alle mulige innspill. Gjennom bruk av empirinær koding var det mulighet for å tilpasse kategoriene slik at de bedre passet deltakernes innspill. Jeg anså det som viktig at prosjektets *rubric* ble utviklet, uten at den favoriserte enkelte deltakere. Etersom jeg benyttet meg av empirinær koding, altså en induktiv tilnærming, kunne dette vært en utfordring. Jeg forsøkte å forminske denne feilkilden ved å forholde meg så objektiv som mulig, samt støtte meg på litteratur for å avgjøre innholdet av kategoriene.

3.7.4 Bakgrunn for utvikling av rubric

I dette delkapittelet vil jeg redegjøre for hvordan jeg gikk frem for å avgjøre innholdet til de ulike kategoriene i prosjektets *rubric*.

Rubricen ble som nevnt i delkapittelet ovenfor utviklet ved bruk av empirinær koding og tematisk koding. Dette betydde at jeg benyttet deltakernes innspill på post-testen og i undervisningstimene, i kombinasjon med litteratur tilknyttet trådmodellen, Fagfornyelsen og definisjoner tilknyttet funksjonslære for å avgjøre de ulike kategoriene til prosjektets *rubric*. Se kapittel 3.6 for påminnelse om hvilken del av trådmodellen og kjerneelementene jeg valgte å fokusere på. Det ble benyttet matematikk.org sine definisjoner for begrepene lineær graf, stigningstall og konstantledd. Dette er ikke vitenskapelige artikler, men ettersom dette er en kilde som opphav i matematikksenteret, og benyttes i norske skoler, anser jeg de som troverdige.

Til felles, handlet de tre første etterspurte matematiske kompetansene om å forklare et begrep. Kravene til hvilken kategori deltakernes innspill ble plassert i, ble bestemt på bakgrunn av Kilpatrick et al. sin definisjon av begrepsmessig forståelse. Ifølge Kilpatrick et al. (2018, s.

118) handler begrepsmessig forståelse om elevers evne til å se sammenhenger mellom matematiske ideer, og dette lå til grunn for kategoriseringen av kvaliteten til de tre første etterspurte kompetansene. For å oppnå høyest mulig uttelling på de tre første kompetansene ble det derfor stilt krav til at deltakerne ga uttrykk for å forstå en sammenheng mellom matematiske ideer.

En lineær graf er en rettlinjert graf, uttrykt som $y=ax+b$, hvor a og b er konstante. Grafen blir rettlinjert, ettersom a er en konstant verdi, og dermed fører til at grafen vil ha et konstant stigningstall og vekst (matematikk.org, 2022). Kompetansen tilknyttet begrepet lineær graf stilte derfor krav til at deltakerne uttrykte forståelse for sammenhengen mellom rettlinjert graf og et konstant stigningstall.

Et stigningstall forteller om sammenhengen mellom endring langs x -aksen og endring langs y -aksen (matematikk.org, 2022). Kompetansen til å forklare begrepet stigningstall stilte dermed krav til at deltakerne uttrykte forståelse for sammenhengen mellom endring langs x -aksen og endring langs y -aksen.

Et konstantledd forteller om grafens verdi når $x=0$, altså forteller det hvor en grafen til en funksjon vil krysse y -aksen (matematikkensenteret, 2022). Kompetansen til å forklare begrepet konstantledd stilte derfor krav til at deltakerne uttrykte forståelse for sammenhengen mellom kryssing i y -aksen og funksjonens verdi når den $x = 0$. Dersom deltakerne ikke uttrykte disse sammenhengene, ble de derfor ikke tildelt full uttelling.

Tilknyttet den fjerde kompetansen ble det stilt krav til at deltakerne skulle produsere et funksjonsuttrykk som passet til en oppgitt situasjon. Kravene til hvilken kategori deltakernes innspill ble kategorisert til ble bestemt på bakgrunn av Kilaptrick et al. sin definisjon av begrepsmessig forståelse, anvendelse og resonnering, samt Fagfornyelsens definisjon av modellering, argumentasjon og problemløsning. For at deltakeren skulle bli tildelt full uttelling, stilte det krav til at funksjonsuttrykket var modellering riktig, samt at deltakeren argumenterte for løsningen sin. Denne kompetansen stilte dermed krav til at deltakerne ved bruk av begrepsmessig forståelse ha kjennskap til hvordan et funksjonsuttrykk skulle struktureres, imens anvendelse var nødvendig for å komme frem til riktig stigningstall og konstantledd i funksjonen, samt resonnering var nødvendig for å redegjøre for løsningen.

Den femte kompetansen som ble beskrevet tidligere i kapittel 3.6, ble ikke inkludert som en del av analys materialet. På grunn av begrenset mengde tid i undervisningstimene, var det ikke tid til at deltakerne fikk arbeidet med diskusjonsoppgaven tilknyttet den femte etterspurte kompetansen presentert i kapittel 3,6. På grunn av dette fikk ikke deltakerne mulighet til å muntlig uttrykke denne kompetansen, slik at jeg som forsker ikke hadde grunnlag til å si noe om kvaliteten av denne uttrykte matematiske kompetansen. Det ville vært en feilkilde å inkludere deltakernes skriftlige uttrykk av denne kompetansen, ettersom de ikke fikk tilrettelagt mulighet til å uttrykke denne kompetansen muntlig. Nedenfor presenteres prosjektets *rubric*, hvor det tydeliggjøres innholdet av de ulike kategoriene.

	Grunnleggende kvalitet	Mellomliggende kvalitet	Høy kvalitet
(1) Kompetanse til å forklare begrepet <i>lineær graf</i>	Deltakeren uttrykker forståelse for at en lineær graf har en sammenheng med en rettlinjert graf.	Deltakeren uttrykker forståelse for sammenhengen mellom konstant stigningstall og rettlinjert graf.	
(2) Kompetanse til å forklare begrepet <i>stigningstall</i>	Deltakeren uttrykker forståelse for at stigningstall har en sammenheng med stigningen til en graf eller delvis uttrykker forståelse av at stigningstall har en sammenheng mellom x-aksen og y-aksen.	Deltakeren uttrykker forståelse for sammenhengen mellom endring i x-verdi og endring i y-verdi, ved at for hver økning i x-verdi, bestemmer stigningstallet hvor mye y-verdien øker eller synker med.	
(3) Kompetanse til å forklare begrepet <i>konstantledd</i>	Deltakeren uttrykker forståelse for at et konstantledd er et tall som ikke endrer seg.	Deltakeren uttrykker forståelse for sammenhengen mellom konstantledd, grafens verdi når $x = 0$, og/eller grafens krysning i y-aksen.	
(4) Kompetanse til å produsere et funksjonsuttrykk som beskriver en oppgitt situasjon.	Deltakeren presenterer riktig stigningstall eller konstantledd, men viser ikke evnen til å forklare betydningen til noen av disse.	Deltakeren presenterer riktig stigningstall og konstantledd for funksjonsuttrykket, men viser ikke evnen til å forklare betydningen av funksjonsuttrykket.	Deltakeren presenterer riktig stigningstall og konstantledd for funksjonsuttrykket, og forklarer betydningen av funksjonsuttrykket, med bakgrunn i situasjonen.

Tabell 4 – Oversikt av *rubric* som illustrerer kravet til poenginnstillingen av deltakernes uttrykte matematiske kompetanse.

I kolonnen lengst til venstre beskrives hvilke kompetanser som etterspørres. De tre neste kolonnene beskriver deretter graden av kvalitet på deltakernes innspill, hvor grunnleggende kompetanse er laveste mulig nivå, etterfulgt av middels og høy kompetanse.

Rubricen fungerte som retningslinjer for et poenginnstillingssystem. Dersom deltakernes innspill ble kategorisert som grunnleggende ble de tildelt 0,5 poeng, for middels ble deltakerne tildelt 1 poeng, og ved høy ble deltakerne tildelt 2 poeng. Dette betydde at deltakerne kunne motta totalt 5 poeng, dersom deres uttrykte matematiske kompetanser ble vurdert til av høyeste mulig kvalitet innenfor hver kategori. *Rubricen* ble benyttet til å kategorisere kvaliteten av både muntlige og skriftlige uttrykte matematiske kompetanser.

3.7.5 Kategorisering av uttrykte holdninger

I mitt forskningsprosjekt, ønsket jeg å undersøke deltakernes uttrykte holdninger som kunne være et hinder for muligheter for å utvikle deres matematiske kompetanse. Gjennom prosessen av å analysere datamaterialet oppdaget jeg empirinære koder tilknyttet deltakernes uttrykte holdninger, og valgte å inkludere dette som en del av prosjektet. I lys av eksisterende teori tilknyttet *fixed mindset* og mestringsforventninger, hadde jeg som forsker inntrykk i hvilke uttrykte holdninger jeg så etter i datamaterialet. Hvordan disse ulike holdningene kunne gjenkjennes ble redegjort for i kapittel 2,5. Eksempelvis, oppdaget jeg en deltaker som ga uttrykk for at hun ikke ønsket å gjøre en oppgave, noe som da var en indikasjon på et *fixed mindset*.

Jeg velger å nevne at det ikke har vært et like stort fokus på kategoriseringen av uttrykte holdninger, sammenlignet med kategoriseringen av kvaliteten av deltakernes uttrykte matematiske kompetanse, noe som trolig svekket validiteten til disse funnene.

3.8 Validitet

Ifølge Kleven & Hjordemaal (2018), handler validitet om gyldigheten av innsamlet datamateriale og slutninger som trekkes basert på funn. Kleven & Hjordemaal (2018) trekker frem tre former for validitet. I dette delkapittelet omtales derfor forskningsprosjektets indre og ytre validitet, samt begrepsvaliditet.

3.8.1 Begrepsvaliditet

Ifølge Kleven og Hjordemaal (2018, s. 96), handler begrepsvaliditet om i hvor stor grad det er samsvar mellom hvordan teoretiske begreper er definert og hvordan de måles.⁶ Tilknyttet mitt prosjekt, anser jeg begrepet matematisk kompetanse som et sentralt begrep som jeg har forsøkt å måle. Det ble benyttet mye tid på å definere innholdet av dette begrepet i kapittel 2.1. Jeg har i tillegg forsøkt å så tydelig som mulig forklare hvordan begrepet ble benyttet for å utvikle kompetansene som deltakerne ble vurdert etter, samt hvordan begrepet ble benyttet for å lage analyseverktøyet som kategoriserte kvaliteten av deltakernes innspill. Slik jeg ser det, er det en styrke at deltakernes uttrykte matematiske kompetanser og analyseverktøyet mitt ble utviklet på bakgrunn av den samme definisjonen av matematisk kompetanse. Slik jeg ser det, har dette tilrettelagt for økt begrepsvaliditet tilknyttet begrepet matematisk kompetanse. En mulig svakhet tilknyttet begrepet matematisk kompetanse er at jeg selv utviklet prøvene, samt undervisningsopplegget som tilrettela for at deltakerne fikk uttrykt sin matematiske kompetanse. Jeg imøtekom denne potensielle feilkilden ved å støtte meg på litteratur da jeg lage prøvene, samt undervisningsopplegget, hvor jeg blant annet forsøkte å tilrettelegge så tydelig som mulig formulerte oppgaver, slik at deltakerne var klare over hva som var forventet av dem.

Tilknyttet mitt prosjekt, var det også relevant å omtale deltakernes uttrykte holdninger som kunne vært et hinder for deres muligheter for å utvikle og uttrykke deres matematiske kompetanse. De begrepene jeg benyttet i denne sammenhengen var *fixed mindset* og *mestringsforventninger*. I kapittel 2,5 ble det tydelig redegjort for disse begrepene, samt hvilke kjennetegn jeg kunne se etter i datamaterialet for å kunne observere hvordan de

⁶ Denne setningen er hentet fra eksamen i LER-3500

begrepene kunne komme til uttrykk hos deltakerne. Det ble ikke benyttet like mye tid på å redegjøre for kategorisering av grader tilknyttet disse begrepene, slik at jeg tenker at disse begrepene har lavere begrepsvaliditet enn begrepet matematisk kompetanse. Ved at jeg har definert begrepene tydelig, samt forsøkt å forklare hvordan jeg kjente disse igjen i mitt datamateriale, tenker jeg at det iallfall delvis styrker begrepsvaliditeten til disse. En svakhet tilknyttet hvordan jeg måler disse begrepene, er at jeg kun undersøker hvordan disse begrepene kommer til uttrykk i en skolesammenheng. Mestringsforventninger og *fixed mindset* er store brede begreper, og jeg ser kun på hvordan de uttrykkes spesifikt i matematikkundervisning, noe som svekker validiteten av hvordan jeg måler disse.

3.8.2 Indre validitet

Kleven og Hjordemaal (2018, s. 115) definerer indre validitet som sannsynligheten for at tolkninger av observasjoner beskriver de faktiske årsakssammenhengene. Tilknyttet mitt prosjekt, var det derfor viktig at jeg som forsker stilte meg kritisk til hvorvidt de slutningene jeg trakk fra observasjoner beskrev de reelle årsakssammenhengene. Jeg velger å nevne at i forskning er det ikke mulig å med 100% garanti beskrive årsakssammenhenger, det er kun mulig å sannsynliggjøre sammenhenger. I forskning vil det være variabler man ikke har kontroll over, og i den virkelige verdenen er det ikke mulig å helgardere seg mot alle mulige variabler. Derimot finnes det tiltak som kan foretas for å sikre indre validitet (Kleven og Hjordemaal, 2018).

Ettersom jeg ønsket å sammenligne kvaliteten av deltakernes skriftlige og muntlige uttrykte matematiske kompetanser, var det viktig at jeg tok i betraktning alternative forklaringer som kunne påvirke denne sammenligningen. For å redusere sannsynligheten for at alternative forklaringer kunne påvirke resultatene, planla jeg forskningsprosjektet på bakgrunn av eksisterende litteratur, med intensjonen av å gjøre denne sammenligningen så rettferdig som mulig. Ved at jeg i tillegg diskuterte mine slutninger i lys av eksisterende litteratur, styrket det etter min mening prosjektets indre validitet.

Jeg anerkjenner at jeg som forsker ikke er fullstendig objektiv, grunnet blant annet min forforståelse. For å minske sannsynligheten for at min mangel på objektivitet var en feilkilde, diskuterte jeg funn og tolkninger med blant annet veileder, noe som trolig styrket prosjektets indre validitet.

Jeg kunne ytterligere økt prosjektets indre validitet ved bruk av *member checking*. Ifølge Lincoln & Cuba (1985), handler dette om at en forsker benytter seg av forskningsprosjektets deltakere for å uttale seg om hvorvidt de kjenner seg igjen i tolkninger en forsker har gjort. Tilknyttet prosjektets tredje forskningsspørsmål, kunne dette gitt meg nyttig innsikt i deltakernes uttrykte holdninger. Jeg valgte å ikke benytte meg av dette, ettersom det var et nokså stort tidsrom mellom gjennomføringen av datainnsamlingen, og analysen av datainnsamlingen. I løpet av denne tiden, ville trolig deltakerne glemte hvordan de opplevde en spesifikk situasjon som skjedde for flere uker siden.

3.8.3 Ytre validitet

Kleven og Hjordemaal (2018, s. 133) definerer ytre validitet som hvorvidt resultater fra et forskningsprosjekt kan overføres til andre liknende situasjoner. Ettersom jeg har gjennomført en case studie med kvalitative metoder, vil forskningsprosjektet mitt ha begrenset overførbarhet. Dette i kombinasjon med et lite utvalg av deltakere og et kort tidsrom, vil gjøre det enda vanskeligere å generalisere oppdagelser. For å styrke prosjektets ytre validitet ble funn diskutert i lys av eksisterende teori. Gjennom bruk av tykke beskrivelser, forsøkte jeg å tydeliggjøre for en leser hvorvidt deler av mitt prosjekt kan benyttes i deres situasjoner, noe som etter min mening styrker prosjektets ytre validitet.

3.9 Reliabilitet

Cohen et al. (2018, s. 270) beskriver reliabilitet som hvorvidt kvaliteten på gjennomført forskning er til å stole på. For at forskning skal kunne være pålitelig, må den kunne gjennomføres igjen i en lignende kontekst, og produsere lignende resultater (Cohen et al., 2018, s. 270). Som forsker må jeg derfor forsøke å sannsynliggjøre påliteligheten av min studie, samt redegjøre for hvilke tiltak jeg implementerte for å ivareta prosjektets reliabilitet.

Innledningsvis velger jeg å nevne at en skolehverdag påvirkes av mange faktorer, hvor jeg anser at det er naturlig at noen av disse har påvirket mine resultater. Ifølge Yin (2002), er det viktig at en case studie studerer valgte fenomener slik de kommer til uttrykk i sin virkelige kontekst. Tilknyttet mitt prosjekt, tenker jeg derfor at det var viktig at jeg stilte meg kritisk til hvorvidt min tilstedeværelse og tilstedeværelse av kameraer kunne påvirke klasseromssituasjonen og deltakerne. Ettersom jeg ledet undervisningstimen, og deltakerne hadde Go-pro- kameraer på seg kunne disse faktorene påvirket situasjonen og gjort den

kunstig. Her tenker jeg at det er verdt å nevne at det er tilnærmet umulig å samle data i en klasseromssituasjon uten at situasjonen blir påvirket på noen som helst måte. Ettersom jeg i analyseprosessen av videoopptakene oppdaget funn jeg aldri registrerte ved kun bruk av observasjon, anså jeg at denne metoden ga bedre innsikt i den observerte situasjonen. Fra observasjon fikk jeg inntrykk av at bruk av filming påvirket klasseromssituasjonen i liten grad, noe som delvis svekket reliabiliteten, men ettersom bruk av videoopptak ga meg som forsker økt innsikt i situasjonen, er det av min mening at bruk av filming i større grad økte reliabiliteten enn det reduserte reliabiliteten.

Jeg som forsker anerkjenner at det ikke vil være mulig for meg å være fullstendig objektiv. Tilknyttet hvordan jeg tolker datamaterialet tar jeg subjektive avgjørelser tilknyttet analyse. For å imøtekomme denne feilkilden, benyttet jeg meg av videoopptak, slik at jeg kunne se gjennom videoer flere ganger, slik at observasjonene mine ikke var farget av hvordan jeg som observatør følte meg i øyeblikket. Ved at jeg har diskutert funn med blant annet veileder, tenker jeg også at det forminske min forforståelse som faktor, dersom vi begge trakk lignende konklusjoner.

Før gjennomføringen av post-testen ble deltakerne tildelt en pause, slik at deres skriftlige uttrykte matematiske kompetanser ikke var farget av at de var slitne. Etter min mening, var dette et tiltak som økte reliabilitet tilknyttet resultatene fra gjennomføringen av post-testen.

3.10 Etikk

Ifølge NESH (2016) skal datainnsamling foregå på en slik måte at den respekterer personers menneskeverd, autonomi og integritet.⁷ Tilknyttet mitt forskningsprosjekt anså jeg det som viktig å ta hensyn til spesielt elevene som skulle observeres, ettersom disse var forskningsprosjektets fokus. I forkant av datainnsamlingen sendte jeg søknad til NSD, for å forsikre meg at datainnsamlingen, samt datalagring foregikk på en forsvarlig måte.

Ifølge Bjørndal (2013, s. 84), kan bruk av videoopptak føre til at personer føler et ubehag.⁸ I mitt forskningsprosjekt, tok jeg tiltak i håp om å redusere dette ubehaget, ettersom bruk av

⁷ Denne setningen er hentet fra eksamen i LER-3500

⁸ Denne setningen er hentet fra eksamen i LER-3500

videoopptak var en stor del av datainnsamlingen. Deltakerne ble informert av at videoopptakene deres ikke skulle offentliggjøres, de skulle lagres trygt og det var kun jeg som skulle observere videoopptakene. Deltakerne og deres foresatte måtte undertegne samtykkeskjema for at de skulle ha tillatelse for å delta i forskningsprosjektet. Det ble ikke filmet elever i klasserommet som ikke hadde levert samtykkeskjema. Deltakerne ble i tillegg informert om at de når som helst kunne trekke seg fra forskningsprosjektet.

Ifølge Gleiss og Sæther (2021, s. 186), er anonymitet en sentral del av forskningsetiske betraktninger. Tilknyttet mitt forskningsprosjekt oppgir jeg ingen informasjon som kan avsløre hvilken skole datainnsamlingen fant sted ved, og deltakernes navn ble anonymiserte gjennom bruk av pseudonavn.

Ettersom undervisningsoppleggene som deltakerne ble eksponert for bygget på prinsipper fra Fagfornyelsen, er det av min mening av de ble eksponert for undervisning som tilrettela for utvikling av relevante kompetanser. Med andre ord, sløste jeg ikke undervisningstid i gjennomføring av datainnsamlingen.

4 Funn og analyse

I dette kapittelet presenteres forskningsprosjektets funn, samt analyse av funnene.

Innledningsvis presenteres en tabelloversikt, som viser antall poeng hver deltaker ble tildelt basert på vurdering av deres muntlige og skriftlige uttrykte matematiske kompetanse.

Tabellen er inndelt i kategoriene lavtpresterende, mellompresterende og høytpresterende, fargekoden med gult, blått og grønt. Hva som menes med innholdet av de forskjellige kolonnene redegjøres for etter at tabellen presenteres. Jeg minner på at deltakernes navn er anonymiserte.

Deltakernes anonymiserte navn	Skriftlig score	Muntlig score	Helhetlig uttrykt matematisk kompetanse	Differanse mellom helhetlig uttrykt matematisk kompetanse og skriftlig score
Siri (L)	2	0	2	0
Jenny (L)	0,5	3	3	2,5
Ine (L)	0	2,5	2,5	2,5
Kristian (M)	1,5	3	3	1,5
Aksel (M)	2,5	3,5	3,5	1
Andrea (M)	1,5	2,5	2,5	1
Anja (M)	3,5	0	3,5	0
Luna (H)	3,5	4,5	4,5	1
Silje (H)	2,5	3,5	3,5	1
Tora (H)	4	4,5	4,5	0,5
Mathilde (H)	2	3	3	1
Leah (H)	0,5	1,5	1,5	1

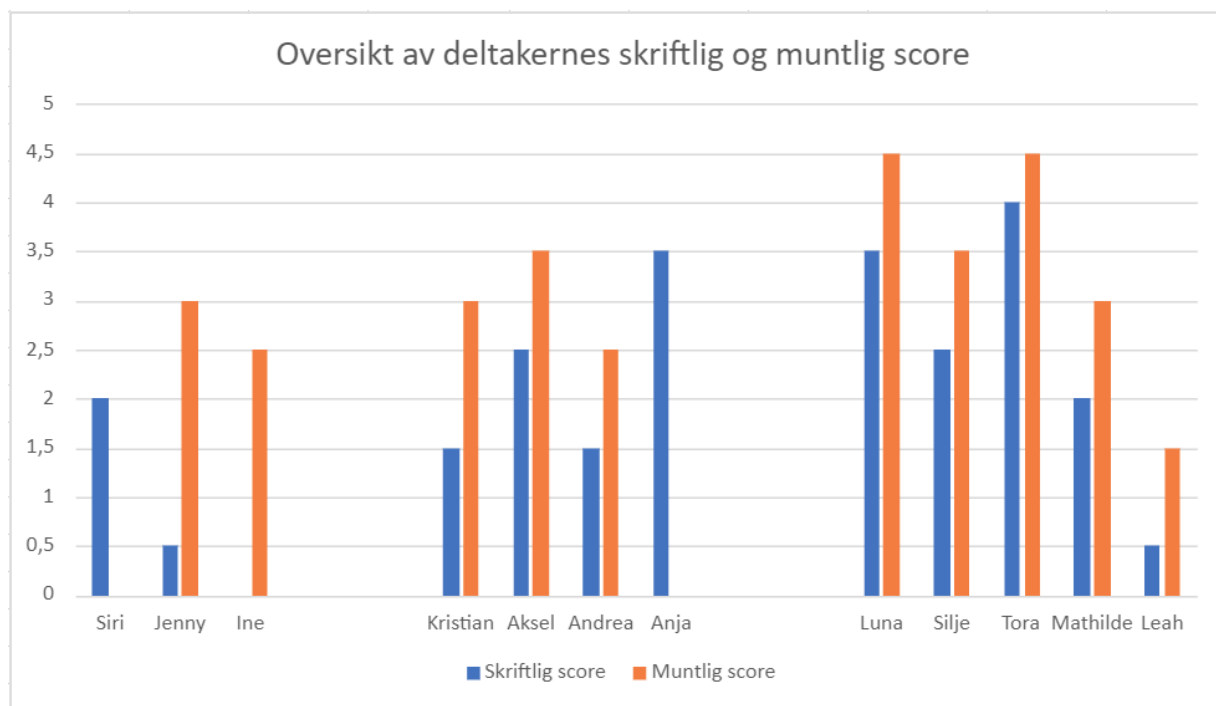
Tabell 5: Oversikt av deltakernes tildelte poeng basert på uttrykte matematiske kompetanser.

Deltakernes skriftlige score var basert på vurdering av deres skriftlige uttrykte matematiske kompetanse på post-testen som ble gjennomført i etterkant av prosjektets undervisningsopplegg. Deltakernes muntlige score ble basert på vurderingen av deltakernes muntlige uttrykte matematiske kompetanser som fant sted i undervisningsopplegget, både fra gruppe- og plenumsdiskusjon. I kapittel 3.7.3 ble det redegjort for kriteriene til hva som ble ansett som godkjente innspill for å bli tildelt disse poengene. Jeg minner på at det var mulig å få totalt fem poeng.

Kolonnen med navnet *helhetlig uttrykt matematisk kompetanse* har som funksjon å gi et inntrykk av deltakernes helhetlige matematiske kompetanse som ble uttrykt både muntlig og skriftlig. Denne kolonnen er summen av skriftlig score og muntlig score, hvor det er trukket i fra overlapp der deltakerne har uttrykt forståelse for den samme etterspurte kompetansen skriftlig og muntlig. Eksempelvis, dersom en deltaker ble tildelt 0,5 poeng for kvaliteten av deres skriftlige uttrykte kompetanse tilknyttet begrepet konstantledd, og 1 poeng tilknyttet kvaliteten av deres muntlige uttrykk av den samme kompetansen, ville deltakeren bli tildelt 1 poeng i kolonnen *helhetlig uttrykt matematisk kompetanse*, tilknyttet kompetansen til å forklare begrepet konstantledd istedenfor 1,5 poeng. Rent praktisk resulterte dette i at denne kolonnen viste deltakernes høyeste poengscore av muntlig og skriftlig score.

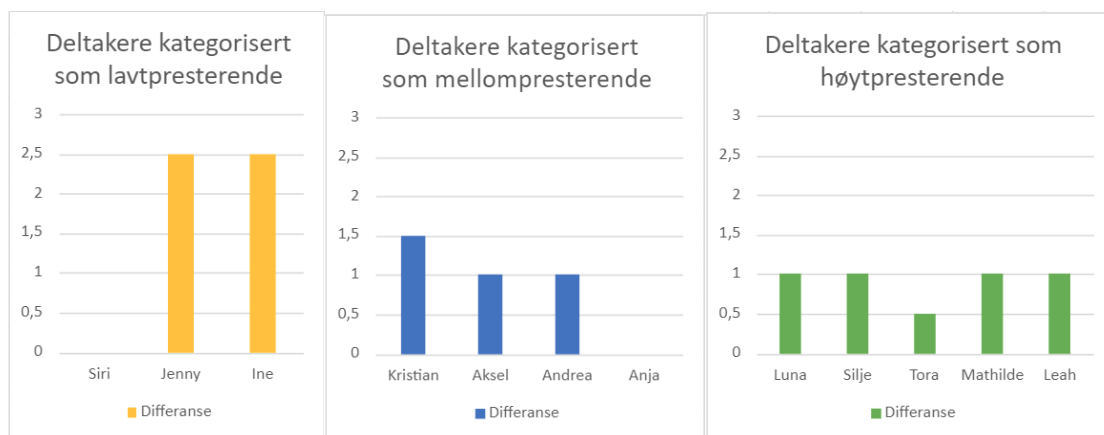
Kolonnen med navnet *differanse* viser differansen av poengscore i kolonnen *helhetlig uttrykt matematisk kompetanse* og *skriftlig score*. Denne kolonnen har til hensikt å tydeliggjøre antall poeng som den skriftlige post-testen ikke fanget, sammenlignet med deltakernes uttrykte kompetanser som ble observert i undervisningstimene. Jeg minner på at deltakerne kunne bli tildelt en total poengsum på fem poeng, dersom de uttrykte høyest mulig kvalitet innenfor de etterspurte matematiske kompetansene.

Nedenfor presenteres et stolpediagram, som har hensikten av å visualisere innholdet av *tabell 5*.



Figur 2: Stolpediagram som viser skriftlig og muntlig score for hver deltaker. Grupperingene deler deltakerne inn som lavtpresterende (venstre), mellompresterende (midten) og høytpresterende (høyre).

Nedenfor presenteres tre diagrammer som illustrerer deltakernes differanse mellom *helhetlig uttrykte matematisk kompetanse* og *skriftlig score*. En positiv tallverdi (> 0), betyr at deltakernes muntlige innspill bidro til en bedret helhetlig uttrykt matematisk kompetanse. Verdien 0, altså fraværet av en stolpe, betyr at det ikke var noe bidrag fra muntlige uttrykte matematisk kompetanse. Diagrammene presenteres med intensjonen av å synliggjøre innholdet av tabell 5.



Figur 3: Stolpediagram som viser differanse mellom *helhetlig uttrykt matematisk kompetanse* og *skriftlig score* for hver deltaker.

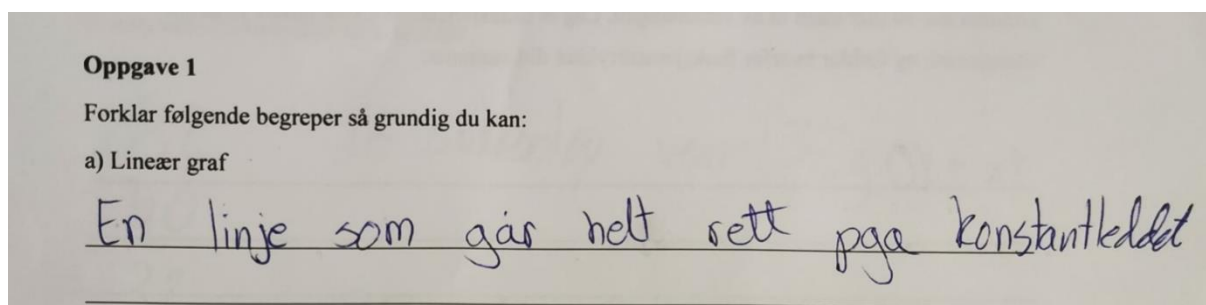
Etter å ha nå redegjort for hvilket antall poeng deltakerne ble tildelt basert på den skriftlige og muntlige vurderingen deres, presenterer jeg funnene som kom frem i analyseprosessen.

4.1 Funns 1 - Antydning til at den skriftlige post-testen ikke registrerte helheten av deltakernes matematiske kompetanse

Prosjektets første funn omhandler en sammenligning av kvaliteten av deltakernes skriftlige uttrykte matematiske kompetanse, og kvaliteten av deltakernes muntlig uttrykte matematiske kompetanse. Som vi ser fra tabell 5, har 10 ut av 12 deltakere økt i “*helhetlig uttrykk for matematisk kompetanse*”-kolonnen, sammenlignet med deres *skriftlige score*, noe som tydeliggjøres i tabellens fjerde kolonne navngitt som *differanse*. For å eksemplifisere dette poenget presenteres det ett eksempel fra hver av de fire kompetansene som deltakerne ble vurdert etter. Det presenteres først deltakernes svar på post-testen, etterfulgt av analyse av dette svaret. Deretter presenteres transkripsjon av dialog som fant sted i en av undervisningstimene, samt analyse av kvaliteten til de muntlig uttrykte kompetansene. Den presenterte transkripsjonen har som funksjon å danne et inntrykk av kvaliteten til deltakerens muntlige uttrykte matematiske kompetanse.

Jenny (L) - Matematisk kompetanse til å uttrykke begrepet lineær graf

Nedenfor presenteres det først hva Jenny svarte på post-testen, etterfulgt av transkripsjon av en samtale som fant sted i undervisningstimene før.



Figur 4: Jennys svar på oppgave 1 a) på post-testen.

Som vi ser fra figur 4, svarte Jenny på denne oppgaven: “En linje som går helt rett pga konstantleddet”. På bakgrunn av *tabell 4*, blir Jenny tildelt 0,5 poeng basert på hennes skriftlige innspill. Jenny uttrykker at en lineær graf har en sammenheng med en linje som går rett, noe som tilfredsstillende kravet til grunnleggende forståelse, men forklaringen hennes om hvorfor en lineær graf er rettlinjert er mangelfull. Hun har skrevet at det er “pga konstantleddet”. Konstantleddet har ingen innvirkning på om en lineær graf er rettlinjert eller ikke, slik at denne forklaringen tilfredsstillende ikke kravet for mellomliggende kvalitet, og Jenny blir derfor tildelt 0,5 poeng basert på dette innspillet.

Nedenfor presenteres transkripsjon av en dialog som utspilte seg mellom lærer, Tora og Jenny i undervisningstimen. Denne dialogen fant sted like etter at gruppe fire begynte å arbeide med diskusjonsoppgave tre, oppgaven tilknyttet begrepet lineær graf (se vedlegg B).

143	Lærer		Okei, hva har dere funnet ut her?
144	Tora	H	Den er rett. Den er rettlinjert.
145	Lærer		Okei, kan dere prøve å forklare hvorfor? Utdype litt altså.
146	Jenny	L	Vi tenker at det er en lineær graf. Fordi ... den blir rett, ettersom det alltid legges til den samme verdien. Siden stigningstallet er det samme hele tiden, så legges det til like mye hele tiden, og grafen får den samme veksten hele tiden og blir derfor rett.
147	Lærer		Utrolig, det var veldig bra.
148	Jenny	L	Jajaja

Tabell 6: Transkripsjon av dialog mellom Lærer, Jenny og Tora.

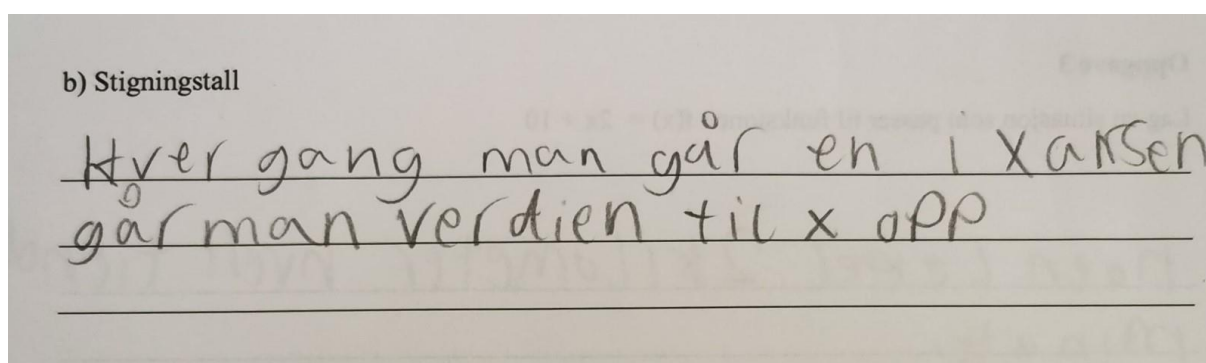
Fra transkripsjonen ser vi at Jenny forklarer på linje 146 hva hun mener er en lineær graf. Basert på *tabell 4*, blir Jenny tildelt 1 poeng basert på hennes muntlige innspill. Jenny forklarer at en lineær graf har en sammenheng med et stigningstall som er det samme hele

tiden, noe som tilfredsstillt kravet til mellomliggende kvalitet, og hun blir dermed tildelt fullt utbytte.

Et annet funn som er interessant å trekke fram fra transkripsjonen er at den første responsen fra gruppen, altså Tora sitt innspill på linje 144 ble møtt med et spørsmål fra læreren om gruppen kunne forklare hvorfor og utdype deres svar. Det er kun etter at Jenny forklarer sin forståelse på linje (linje 146) at læreren ikke spør elevene om en dypere forklaring.

Kristian (M) - Matematisk kompetanse til å uttrykke begrepet stigningstall

Nedenfor presenteres det hva Kristian svarte på oppgave 1 b på post-testen.



Figur 5: Kristians svar på oppgave 1 b) på post-testen.

Her ser vi at Kristian svarte “Hver gang man går en i x-aksen går man verdien til x opp”. Kristian blir på bakgrunn av *tabell 4* tildelt 0,5 poeng. For at svaret hans skulle bli tildelt 1 poeng, ville det stilt krav til at han tydelig forklarte at for hver økning av x-verdi, så bestemmer stigningstall hvor mye y-verdien øker eller synker med. Ettersom forklaringen hans ikke stiller kravet til mellomliggende kompetanse, blir han tildelt 0,5 poeng.

Nedenfor følger en transkripsjon av en samtale mellom lærer og Kristian, som fant sted imens gruppe 1 arbeidet med oppgaven tilknyttet stigningstall (oppgave 4, se vedlegg B).

168	Lærer		Hva har dere funnet ut her da?
169	Kristian	M	Stigningstallet er 15 ... fordi det er lengden på strikkene.

170	Lærer		Okei, bra. Og kan dere forklare hva som menes med stigningstallet?
171	Kristian	M	Um, ja ... fordi på Geogebra så ... altså hver gang grafen går en på x-aksen (peker på x-aksen), så endrer grafen med 15, altså den øker. Vi tror at stigningstallet forteller hvor mye grafen stiger (peker på y-aksen) med, for hver gang vi går en bortover på x-aksen.
172	Lærer		Stilig, det var skikkelig bra. Den må du dele med resten etterpå.
168	Lærer		Hva har dere funnet ut her da?

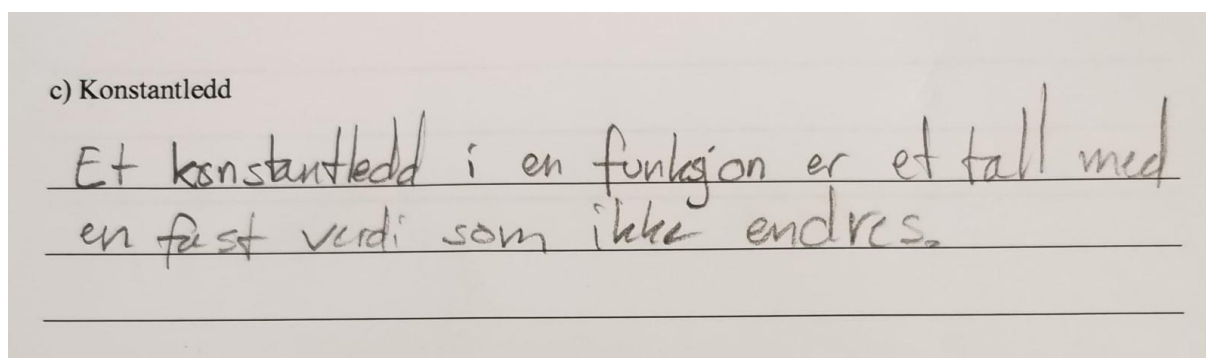
Tabell 7: Transkripsjon av dialog mellom lærer og Kristian.

Fra transkripsjonen ser vi at Kristian forklarer på linje 171 hva han mener et stigningstall er. På bakgrunn av *tabell 4* blir, Kristian tildelt 1 poeng basert på hans muntlige innspill. Han forklarer at stigningstallet er tilknyttet endring i x-verdi og stigning langs y-aksen. Forklaringen hans tilfredsstillt kravet for mellomliggende kvalitet, og Kristian får dermed tildelt høyest mulig poengscore tilknyttet denne kompetansen.

I likhet med presenterte dialog tilknyttet Jennys forklaring av begrepet lineær graf, begynner samtalen mellom Kristian og læreren med at læreren spurte gruppen hva de hadde funnet ut. I det Kristian svarte på linje 169, responderte læreren med at kommentaren til Kristian var bra. Dialogen ble ikke avsluttet der, ettersom læreren spurte om gruppen kunne forklare dypere hva som menes med stigningstallet (linje 170). Det var kun etter at Kristian uttrykte sin matematiske kompetanse tilknyttet hva et stigningstall var på linje 171 at læreren på linje 172 ga uttrykk for at han var fornøyd med svaret, og at Kristian måtte dele det med resten av klassen etterpå.

Luna (H) - Matematisk kompetanse til å uttrykke begrepet konstantledd

Nedenfor presenteres Lunas svar på oppgave 1 c på den skriftlige individuelle post-testen.



Figur 6: Lunas svar på oppgave 1 c) på post-testen.

Fra bildet ovenfor ser vi at Luna svarte: “Et konstantledd i en funksjon er et tall med en fast verdi som ikke endres”. Basert på *tabell 4*, blir Luna tildelt 0,5 poeng basert på hennes skriftlige innspill. Luna forklarte at et konstantledd i en funksjon hadde en sammenheng med et tall med en fast verdi som ikke endres, noe som oppfyller kravet for grunnleggende kvalitet. Forklaringen til Luna inneholder ikke forklaring tilknyttet at et konstantledd er funksjonens verdi når $x = 0$, eller at det forteller om hvor grafen vil skjære y-aksen. Innspillet hennes tilfredsstillte dermed ikke kravet for mellomliggende kvalitet, og hun ble derfor ikke tildelt 1 poeng.

Nedenfor presenteres transkripsjon av en samtale mellom Luna og Mathilde. Denne samtalen fant sted rett etter at Luna hadde lest oppgaven om konstantledd høyt for gruppen (oppgave 5, se vedlegg B).

204	Luna	H	Den her er easy. Konstantleddet er jo da 30, fordi dukken er 30cm lang. Sånn at hvis vi fester null strikk, så vil dukka falle sin egen lengde som er 30cm.
205	Mathilde	H	Enig, men vi må også forklare hva som menes med konstantledd ... Er det bare det tallet som ikke har en x ved siden av seg?

206	Luna	H	Tja ... Men hvis du ser her (peker på hvor grafen skjærer y-aksen i Geogebra), så ser du at grafen krysser y-aksen på 30, altså konstantleddet.
207	Mathilde	H	Okei ... men hva skal det bety da?
208	Luna	H	Sånn at når x er null, hvis vi har null strikk altså, så har fortsatt funksjonen en verdi på 30. Sånn at når vi har null strikk, så vil dukka bare falle lengden av seg selv som er 30cm.
209	Mathilde	H	Jaokei. Da satser vi på det.

Tabell 8: Transkripsjon av dialog mellom Luna og Mathilde.

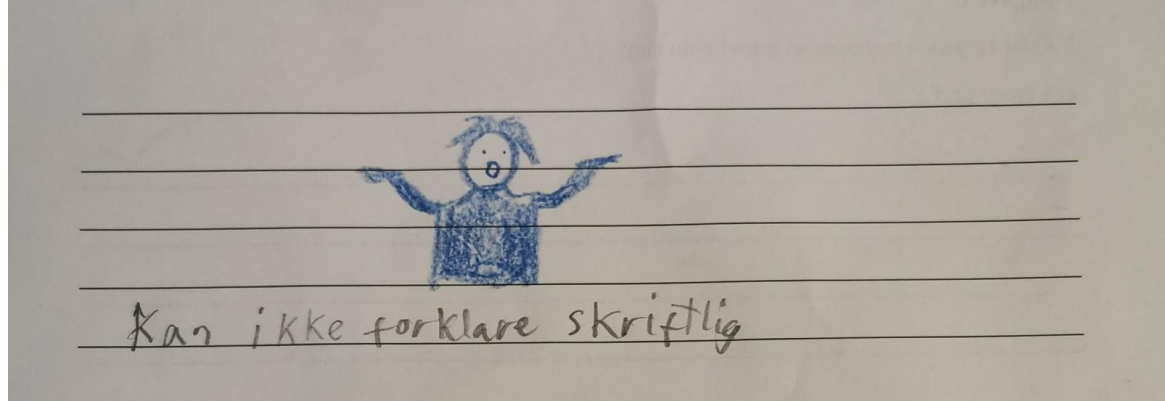
Fra transkripsjonen ser vi at Luna forklarte i dialog med Mathilde hva hun mente konstantleddet til funksjonen deres var, samt hva som hun mente at et konstantledd var. På linje 204 forklarte hun hvorfor konstantleddet til funksjonen deres var 30. På linje 206 forklarte hun sammenhengen mellom konstantledd og funksjonens kryssning i y-aksen. Avslutningsvis på linje 208 forklarte hun at konstantleddet har en sammenheng med funksjonens verdi når x er lik null. På bakgrunn av *tabell 4*, blir Luna tildelt 1 poeng for hennes muntlige innspill. I forklaringen hennes uttrykte hun at et konstantledd hadde en sammenheng med hvor grafen skjærer y-aksen, og at konstantleddet forteller om funksjonens verdi når $x = 0$. Denne forklaringen tilfredsstiller kravet for mellomliggende kvalitet, og Luna blir derfor tildelt 1 poeng for forklaringen hennes, altså maksimal uttelling.

Ine (L) - Matematisk kompetanse til å produsere et funksjonsuttrykk fra en oppgitt situasjon, samt forklare løsning.

Nedenfor presenteres det hva Ine svarte på oppgave 2 på post-testen. Du kjenner muligens igjen bildet fra forsiden.

Oppgave 2

Det er 50 liter vann i et lite basseng, og du fyller det med en vannslange. I løpet av ett minutt, kommer det 10 liter vann ut av vannslangen. Lag et funksjonsuttrykk som passer til denne situasjonen, og forklar hvorfor funksjonsuttrykket ditt stemmer.



Figur 7: Ine sitt svar på oppgave 2 på post-testen.

På figuren ovenfor ser vi at Ine har skrevet “Kan ikke forklare skriftlig”, og tegnet en person med hendene i været. Dette innspillet ble tildelt 0 poeng, ettersom det ikke inneholdt en matematisk forklaring som tilfredsstilte noen av kravene fra *tabell 4*. Noe å legge merke til er at Ine uttrykte at hun ikke klarte å forklare oppgaven skriftlig. Hun uttrykker ikke at hun ikke kan klare oppgaven.

Nedenfor følger transkripsjon av en samtale som fant sted i den tredje undervisningsøkten. Denne samtalen fant sted like etter at gruppe 3 begynte å arbeide med undervisningstimens andre oppgave. I denne oppgaven ble deltakerne utfordret til å formidle et funksjonsuttrykk som skulle beskrive fallengden til barbedukken i strikkhopp (se vedlegg B).

164	Luna	H	Okei, så vi skal bare lage funksjonsuttrykk, det virker greit ... Det skal iallfall være $18x$ pluss noe.
165	Ine	L	$18x$ fordi det er lengden på strikkene? Og vi vet ikke hvor mange strikk det er, så x er antall strikk? Og så skal vi bare legge til lengden på dukken?
166	Luna	H	Ja, noen som husker hvor lang dukken var?

167	Mathilde	H	30cm.
168	Ine	L	Okei, da blir det $18x + 30$?
169	Luna	H	Riktig.

Tabell 9: Transkripsjon av dialog mellom Luna, Ine og Mathilde.

Fra transkripsjonen ovenfor ser vi at Ine (linje 165) forklarte hvorfor stigningstallet til funksjonsuttrykket burde være $18x$, hvor hun begrunnet dette i lengden på strikkene som ble benyttet til å knyte sammen strikkhoppet. I forklaringen hennes kommer det også frem at lengden på dukken måtte være en del av funksjonsuttrykket. På linje 168, forklarte hun hennes oppfatning av hva funksjonsuttrykket skulle være. På bakgrunn av kravet til tabell 3,12123, blir Ine tildelt 2 poeng for hennes forklaringer. Kravene fra tabellen var at Ine skulle presentere både stigningstall og konstantledd til funksjonsuttrykket, noe hun gir antydning til at hun er i stand til på linje 168. Det andre kravet var at Ine måtte forklare opphavet til både stigningstall og konstantleddet. På linje 165 ser vi at Ine forklarer at stigningstallet var 18, hvor hun begrunnet dette i lengden på strikkene. I den samme forklaringen ga hun uttrykk for at funksjonsuttrykket måtte inneholde lengden på dukken. Etter å ha blitt informert om lengden på dukken, beskrev hun et funksjonsuttrykk som hadde stigningstall og konstantledd som stemmer overens med deres målinger av strikk og dukke (linje 168). Ines forklaringer fyller alle kravene fra tabellen 3,12123) tilknyttet kompetanse til å produsere og forklare innholdet av et funksjonsuttrykk, noe som resulterte i at hun ble tildelt maks uttelling for dette innspillet.

4.2 Funn 2 – Antydning til ta elever kategorisert som lavtpresterende har vansker for å uttrykke kompetanser både muntlig og skriftlig

Fra tabell 5 ser vi at Jenny og Ine ble tildelt henholdsvis 0 og 0,5 poeng basert på deres skriftlige uttrykte kompetanser, imens Siri ble tildelt 0 poeng basert på hennes muntlige uttrykte kompetanser. Jenny og Ine hadde begge en *differanse* på 2,5 poeng, noe som antydnet at de i større grad evnet å uttrykke deres matematiske kompetanse muntlig. Siri ble tildelt 2 poeng basert på hennes skriftlige uttrykte matematiske kompetanse på post-testen, noe som antydnet at hun var bedre til å skriftlig uttrykke hennes matematiske kompetanse. Til felles er

disse tre deltakerne kategorisert som lavtpresterende, og de fikk ikke uttrykt deres matematiske kompetanse både muntlig og skriftlig i en høy grad, ettersom de ikke ble tildelt mer enn 0,5 poeng innenfor begge kategoriene.

4.3 Funns 3 - Uventet lav prestasjon hos deltaker kategorisert som høytpresterende

Leah var en av forskningsprosjektets deltakere som skilte seg ut. Hun ble på forhånd kategorisert av lærer som en høytpresterende elev, men ble tildelt 0,5 poeng basert på skriftlige uttrykte matematiske kompetanse, samt 1,5 poeng basert på muntlige uttrykte matematiske kompetanse, som vi ser i *tabell 5*. Gjennomsnittlig skriftlige uttrykte kompetanser for de andre deltakerne kategorisert som høytpresterende var 3 poeng, og gjennomsnittlig muntlig uttrykte kompetanser for deltakerne kategorisert som høytpresterende var 3,875. Leah hadde altså en tydelig lavere tildelt score sammenlignet med de andre deltakerne kategorisert som høytpresterende. Jeg minner igjen på at maksimal mengde poeng en deltaker kunne oppnå var 5 poeng.

I undervisningstimen ble det observert at Leah flere ganger satt med hodet i hendene. Da læreren konfronterte henne om dette sa Leah at hun kun hadde sovet i 2 timer natten før. Fra observasjon fikk jeg inntrykk av at Leah deltok delvis i gruppediskusjon, og da hun skulle gjennomføre post-testen viste hun lite tegn til motivasjon, og ga igjen uttrykk for at hun var sliten.

4.4 Funns 4 – Deltaker kategorisert som lavtpresterende som ga uttrykk for å tvile på egne kompetanser

Forskningsprosjektets fjerde funn omhandler Jenny, hvor det ble observert at hun ga uttrykk for å tvile på egne kompetanser. Nedenfor presenteres det transkripsjon av dialog, hvor jeg som forsker tolker at Jenny ga uttrykk for å tvile på egne kompetanser.

Nedenfor følger en transkripsjon av en samtale mellom lærer, Jenny og Tora. Denne samtalen fant sted rett etter at Jenny hadde forklart hennes forståelse av lineær graf (se *tabell 6*), et innspill som ble vurdert til høyeste mulig inndeling.

149	Lærer		Det var skikkelig bra sagt, den må du dele med resten av klassen etterpå.
150	Jenny	L	(Til Tora etter at læreren gikk bort, i en sarkastisk tone) Tenk at jeg var så smart.
151	Tora	H	(Oppmuntrende) Du er jo smart.
152	Jenny	L	Når det ikke er vanskelige ting, kanskje.

Tabell 10: Transkripsjon av dialog mellom lærer, Jenny og Tora.

Fra transkripsjonen ovenfor, ser vi at Jenny omtaler seg selv på en nedlatende måte. Både på linje 150, hvor hun på en sarkastisk måte omtaler seg selv som smart, og på linje 152, hvor hun gir uttrykk for at hun kun er smart når det ikke er vanskelige utfordringer. Noe interessant å trekke frem er at Jenny var den eneste deltakeren i klassen som beskrev sammenhengen mellom konstant stigningstall og lineær graf i forkant av plenumsdiskusjonen i klassen.

Nedenfor presenteres det transkripsjon av en dialog mellom Jenny og Tora.

48	Tora	H	Okei, så alt vi trenger å gjøre er å finne lengden på hver enkelt strikk.
49	Jenny	L	Hallo ... ugh, jeg kan jo ikke det her.
50	Tora	H	Joda, det her er ikke vanskelig.
51	Jenny	L	Kan vi ikke bare spørre han "navnet på læreren"?
52	Tora	H	Se her, sånn her gjør vi. "Tora tar frem målebåndet og demonstrerer hvordan de kan måle lengden på strikkene når dukken faller".
53	Jenny	L	Javel, okei da.

Tabell 11: Transkripsjon av dialog mellom Tora og Jenny.

Fra transkripsjonen ovenfor, ser vi at Tora gir uttrykk for å ta initiativ til at gruppen kommer i gang. På linje 49, gir Jenny uttrykk for at hun ikke klarer oppgaven. Etter at Tora på linje 50 gir uttrykk for å oppmuntre Jenny, spør Jenny om de heller kan spørre læreren for hjelp. Etter at Tora nok en gang gir uttrykk for å oppmuntre Jenny, ser vi på linje 53 at hun sier seg enig, og de arbeider videre med oppgaven.

4.5 Funn 5 - Deltakere som ikke uttrykte deres matematiske kompetanse muntlig

Blant forskningsprosjektets deltakere var det to elever som ble tildelt en muntlig score på 0. Fra *tabell 5*, ser vi at dette gjaldt for Siri og Anja. Fra opptak av undervisningstimene ble det observert at disse deltakerne sjeldent deltok i gruppediskusjon. Ingen av innspillene deres inneholdt relevant faglig innhold, slik at begge deltakerne ble tildelt en muntlig score på 0. Det ble ikke observert at disse deltakerne forstyrret noen andre elever. Det ble observert at begge disse deltakerne arbeidet individuelt med undervisningsoppleggets oppgaver, og de deltok ikke muntlig i hverken gruppe- eller plenumsdiskusjon. Som observatør fikk jeg inntrykket av at disse deltakerne ikke ga uttrykk for å oppsøke oppmerksomhet, ettersom de arbeidet alene med oppgaver.

5 Diskusjon

I dette kapitlet diskuteres funnene presentert i kapittel 4 i lys av eksisterende teori. Slik jeg vil diskutere, belyser funn 1-3 utfordringer tilknyttet bruk av *event-based assessment*.

Prosjektets fjerde funn diskuteres opp mot utfordringer tilknyttet psykologi i matematikk, hvor begrepene mestringsforventninger, samt *growth mindset* og *fixed mindset* står sentralt. Det femte funnet diskuteres i tilknytning til en mulig utfordring ved implementering av *the data-gathering paradigm*. Det diskuteres også hvordan de ulike funnene henger sammen, hvor det mot slutten av kapitlet trekkes paralleller til utfordringer tilknyttet eksaminering i norsk skole.

5.1 Funn 1 - Antydning til at den skriftlige post-testen ikke registrerte helheten av deltakernes matematiske kompetanse

Forskningsprosjektets første funn indikerer at flertallet av deltakernes muntlige innspill ble vurdert til å være av høyere kvalitet enn deres skriftlige innspill. Dette peker på at deltakerne i større grad evnet å uttrykke deres matematiske kompetanse muntlig, og at den skriftlige post-testen ikke var et godt verktøy for å måle deltakernes matematiske kompetanse. Dette funnet stemmer overens med det Campbell et al. (2020), Videnovic (2017), og Stylianides (2019) finner i sine studier. Innholdet av disse studiene og forfatterens konklusjoner ble redegjort for i kapittel 2.3.

De etterspurte kompetansene som deltakerne ble vurdert etter var basert på trådmodellen og prinsipper fra Fagfornyelsen, slik at det er min mening at disse kompetansene kan omtales som relevante kompetanser. Spørsmålet om hvorfor den skriftlige post-testen ikke fanget opp disse relevante matematiske kompetansene er derfor høyst aktuelt etter min mening. Flere forskningsrapporter støtter tilsvarende funn som dette, men å finne evidens-baserte forklaringsmodeller var utfordrende. Basert på litteratursøk kom jeg frem til fire mulige forklaringer til hvorfor 10 av 12 av prosjektets deltakere strevde med å skriftlig uttrykke matematiske kompetanser som de evnet å uttrykke muntlig. Disse mulige årsakene diskuteres i følgende delkapitler.

5.1.1 Individuelle skriftlige prøver er ikke en objektiv måte å måle elevers matematiske kompetanser

Mine funn tyder på at den skriftlige post-testen, ikke var i stand til å fange opp deltakernes fullstendige matematiske kompetanse. Siden deltakerne som var kategorisert av lærer som lavtpresterende også ga uttrykk for kompetanser som ble vurdert som av høy kvalitet muntlig, er det grunn til å tro at dette gjelder flere skriftlige prøver som læreren har basert sin vurdering på. Hvorfor klarer ikke skriftlige prøver å fange opp den kompetansen man ønsker å teste?

Den første forklaringen jeg velger å trekke frem er svakheter tilknyttet skriftlige prøver som vurderingsform. Ifølge Liljedahl (2020, s. 255), er *event-based assessment* hverken en rettferdig, objektiv eller nøyaktig måte å måle elevers matematiske kompetanse på.

Betydningen av *event-based assessment* ble omtalt i kapittel 2.3.2, og jeg anser den skriftlige post-testen som deltakerne gjennomførte som en form for *event-based assessment*. Funnene i mitt datamateriale, slik jeg tolker det, peker på at den skriftlige post-testen ikke var en objektiv måte å måle deltakernes matematiske kompetanse på, ettersom den ikke fanget matematiske kompetanser som deltakerne uttrykte muntlig kun 30 minutter tidligere.

Liljedahl (2020, s. 256) understreker at noen av de mest validerte prøvene som finnes, som for eksempel SATs inneholder målefeil, hvor han konkluderer med at det finnes garantert målefeil tilknyttet gjennomføring av slike prøver i alle klasserom. I lys av dette, tenker jeg at selv om jeg hadde planlagt den skriftlige post-testen like presist som en SAT-prøve, ville den trolig inneholdt målefeil. Slik jeg tolker prosjektets datamateriale, viser det at *event-based assessment* i form av individuelle skriftlige prøver ikke er en rettferdig eller objektiv måte å måle elevers matematiske kompetanse på.

5.1.2 Sosiomatematiske normer som faktor

Ifølge Cohen et al. (2018, s. 569) er det vanskelig å lage en prøve, slik at de som gjennomfører den vet nøyaktig hvilke svar som forventes. Jeg anser dette som en mulig svakhet tilknyttet oppgavene på post-testen hvor deltakerne skulle forklare begrepene lineær graf, stigningstall og konstantledd. I disse tre oppgavene var det muligens utydelig for deltakerne å vite hva som var ansett som et godkjent svar. Problemet med dette, er at den begrensende faktoren for hvorfor deltakerne ikke presenterte et bedre svar, var ikke

manglende matematiske kompetanse, men deres ide om hva som var ansett som et godkjent svar. Jeg ser dette i tråd med det Yackel og Cobb (1996) beskriver som sosiomatematiske normer. De definerer sosiomatematiske normer som normer elever har i forhold til matematikkfaget, hvor en slik sosiomatematisk norm er hva som anses som et godkjent svar (Yackel og Cobb, 1996).

Slik jeg vil argumentere i dette delkapittelet, fikk jeg som observatør inntrykk av at det var lite produktive sosiomatematiske normer tilknyttet hva deltakerne anså som et godkjent svar. Fra kapittelet 4.1, ble det presentert transkripsjon av en dialog mellom læreren og Jenny sin gruppe, samt en dialog mellom læreren og Kristian sin gruppe. I begge disse dialogene engasjerte læreren samtalen, som ble fulgt opp av en respons fra en deltaker, og som læreren igjen fulgte opp med å gi uttrykk for at svaret var riktig. Begge disse dialogene ble ikke avsluttet etter deltakernes responser. Læreren spurte istedenfor om deltakerne kunne utdype forklaringene deres. Jeg tolker dette som at den første responsen til deltakerne var et riktig svar, men som ikke forklarte hele innholdet av begrepet som læreren ønsket å høre fra deltakerne. Læreren hadde i dialog med deltakerne mulighet til å spørre etter en dypere forklaring, noe som ga deltakerne en ny mulighet til å forklare en større andel av deres matematiske kompetanser. Dette mønsteret av at læreren engasjerte dialog med deltakerne, og krevde en dypere forklaring etter gruppens første respons kom til uttrykk i dialogene presentert i dialogene hvor Kristian og Jenny presenterte deres matematiske kompetanse muntlig. I begge disse dialogene etterspurte læreren en grundigere forklaring etter gruppens første respons, noe som tilrettela for at deltakerne fikk muligheten til å svare mer utfyllende enn den første responsen fra gruppen.

Jeg ser dette mønsteret av dialog i tråd med det Yackel og Cobb (1996) beskriver som den sosiomatematiske normer tilknyttet hva som anses som et godkjent svar. Jeg tolker at Kristian og Jenny, trolig ikke visste hvilken type svar som var forventet av dem. Ved at læreren spurte oppfølgingsspørsmål, fikk Jenny og Kristian mulighet til å utdype forklaringene sine, og vise en større del av deres matematiske kompetanser. Slik jeg tolker det, var den limiterende faktoren for kvaliteten av det første innspillet ikke deres matematiske kompetanse, men deres ide av hva som ble ansett som et godkjent svar. Dette gjaldt for både presenterte dialogene tilknyttet Jenny og Kristian. Den skriftlige post-testen hadde derimot ikke fordel av at den

kunne spørre deltakerne et oppfølgingsspørsmål basert på deltakernes første respons. Dette er en mulig feilkilde som favoriserte vurderingen av deltakernes muntlige innspill.

Hvis vi ser nærmere på Luna sitt svar på post-testen som ble presentert i kapittel 4.1, ser vi at hun ble tildelt 0,5 poeng. Fra transkripsjonen av dialogen mellom Luna og Mathilde i det samme kapitlet, ble det presentert at Luna uttrykte muntlig en matematisk kompetanse som ble vurdert til å være av høyest mulig kvalitet. Slik jeg tolker det, er det mulig at Luna tenkte at svaret hennes var godt nok slik det var på post-testen og at hun derfor valgte å ikke skrive mer utfyllende. Det er mulig at Lunas inntrykk av den sosiomatematiske normen tilknyttet forventninger til et godkjent svar, var et hinder i at hun ikke viste sin helhetlige kompetanse. Med andre ord var det ikke hennes matematiske kompetanse som hindret henne i å svare mer utfyllende, men hennes oppfatning av hva som var et tilstrekkelig svar.

5.1.3 Skrive- og leseferdigheter som faktor

En annen mulig forklaring til hvorfor deltakernes skriftlige uttrykte matematiske kompetanse ble vurdert til av lavere kvalitet, kan være tilknyttet lese- og skrivevansker. Ifølge Gudrun Malmer (2000) er det en sterk kobling mellom elevers matematiske vanskeligheter og lese- og skrivevansker. Kevin J Grimm (2008) rapporterer lignende funn, hvor han konkluderte med at elever som hadde høyere nivå av leseferdigheter også presterte høyere i matematikk. I mitt prosjekt hadde jeg ikke kjennskap til deltakernes lese- og skriveferdigheter, men jeg tenker at det er verdt å nevne at lese- og skrivevansker kunne være en bidragende faktor som gjorde det vanskeligere for deltakerne å uttrykke deres matematiske kompetanse skriftlig. Jeg anser ikke dette som en feilkilde til min datainnsamling, men heller en svakhet med skriftlige prøver som vurderingsform i matematikk. Ved bruk av skriftlige prøver som vurderingsform i matematikk blir elevers matematiske kompetanse filtrert gjennom deres skrive- og leseferdigheter, noe som etter min mening svekker troverdigheten av en slik vurderingsform.

5.1.4 Utfordrende å formulere indre monolog til tekst

En ytterligere mulig forklaring til at deltakernes muntlige uttrykte matematiske kompetanse ble vurdert til å være av høyere kvalitet enn de skriftlige, kan være at det er mentalt krevende for elever å formulere tanker til tekst. Jeg ser dette i tråd med det Styliandes (2019) trekker frem i sin studie, der han konkluderte med at mange elever opplever det som vanskelig å omgjøre en indre monolog til skreven tekst. Han mente at for flertallet av elever var det

enklere å uttrykke disse tankene muntlig enn å formulere dem skriftlig (Styliandes, 2019). Etter min mening vektlegger ikke Fagfornyelsen denne ferdigheten som et kjerneelement, og slik jeg ser det, er ikke dette en egenskap som undervisningstid bør tilrettelegge for utvikling av.

5.1.5 Løsninger?

Funnet, slik jeg tolker det, viser at *event-based assessment* i form av skriftlige individuelle prøver ikke er en objektiv vurderingsform, og bruk av denne vurderingsformen vil tvilsomt fange elevers helhetlige matematiske kompetanse. Hva er løsningen til denne utfordringen? Finnes det andre vurderingsmetoder i matematikk enn skriftlige individuelle prøver?

En mulig løsning er å implementere det Liljedahl (2020, s. 258) beskriver som *the data-gathering paradigm*. Innholdet av dette begrepet og dens applikasjon tilknyttet matematikkundervisning ble redegjort for i kapittel 2.3. Ved at forskningsprosjektets deltakere ble vurdert etter både muntlige og skriftlige prestasjoner, en tilnærming som etter min mening ligner på *the data-gathering paradigm*, tilrettela vurderingsformen for at en større del av deltakernes matematiske kompetanse ble registrert. Slik jeg tolker funnet i lys av det Liljedahl beskriver, vil elevers matematiske kompetanser trolig bli vurdert mer objektivt og rettferdig, dersom en lærer benytter seg av *the data-gathering paradigm*.

Et annet poeng som jeg velger å trekke frem er at ifølge Fagfornyelsen (Utdanningsdirektoratet, 2019b) skal vurdering foregå på bakgrunn av kompetanser som elever har uttrykt skriftlige, muntlige og digitalt. Jeg tenker at dette funnet støtter opp om betydningen av å vurdere elevers matematiske kompetanse etter både skriftlige og muntlige innspill.

5.2 Funn 2 – Antydning til at elever kategorisert som lavtpresterende har vansker for å uttrykke kompetanser både muntlig og skriftlig

Forskningsprosjektets andre funn omhandler en indikasjon på at deltakerne kategorisert som lavtpresterende hadde spesielt vansker med å uttrykke sin matematiske kompetanse både muntlig og skriftlig. I kapittel 4.2 ble det presentert at Jenny, Ine og Siri hadde et stort avvik mellom deres muntlige og skriftlige uttrykte matematiske kompetanse. I *tabell 5*, ser vi at Jenny og Ine ble tildelt skriftlige scorer på 0 og 0,5, samt muntlige scorer på 2,5 og 3 poeng,

noe som indikerte at den muntlige vurderingen deres fanget betraktelig mer av deres matematiske kompetanse. I kapittel 4.1 ble det i tillegg presentert at Ine skrev på den ene oppgaven på post-testen “kan ikke forklare skriftlig”. Siri, ble tildelt en muntlig score på 0, og en skriftlig score på 2 poeng, noe som indikerte at hun hadde matematiske kompetanser som hun ikke kommuniserte muntlig. På bakgrunn av disse observasjonene, tolker jeg det som at Jenny og Ine sin styrke var å uttrykke deres matematiske kompetanse muntlig, imens Siri var bedre til å uttrykke sin matematiske kompetanse skriftlig. Hvorfor hadde det seg slik at disse deltakerne hadde et så stort avvik mellom muntlige og skriftlige prestasjoner?

Tilknyttet Siri, tenker jeg at det finnes flere forklaringer tilknyttet hvorfor hun ikke deltok muntlig i observerte undervisningstimer og dermed ikke uttrykte sin matematiske kompetanse muntlig. Disse forklaringene diskuteres nærmere i kapittel 5.5.

Liljedahl (2020, s. 267) trekker frem en mulig forklaring til hvorfor elever kategorisert som lavtpresterende har spesielt godt av å bli vurdert etter både muntlige og skriftlige prestasjonsevner. Liljedahl (2020, s. 267) forklarer at i det lærere beveger seg *the point-gathering paradigm* til *the data-gathering paradigm*, ses en karakterøkning på om lag 20% hos 80% av elever. *The data-gathering paradigm* tilrettelegger for at elever blir vurdert basert på kompetanser uttrykt på flere måter, noe som spesielt er en fordel for elever kategorisert som lavtpresterende, ettersom denne elevgruppen ikke mestrer matematiske kompetanser godt nok til å kommunisere de på alle måter (2020, s. 267). I forhold til mitt forskningsprosjekt, ser jeg det Liljedahl forklarer i tråd med avviket mellom Jenny, Ine og Siri sine muntlige og skriftlige prestasjoner. Slik jeg tolker det, var evnen til å skriftlig uttrykke matematiske kompetanser en svakhet for Ine og Jenny, imens Siri sin svakhet var å muntlig uttrykke hennes matematiske kompetanse. Spørsmålet jeg da lurer på er: Hvordan kan vurdering ivareta elever kategorisert som lavtpresterende?

I likhet med det jeg diskuterte tilknyttet prosjektets første funn, tenker jeg at *the data-gathering paradigm* vil tilrettelegge for at de matematiske kompetansene til disse tre deltakerne blir erkjent i større grad. Slik jeg tolker det, vil spesielt elever kategorisert som lavtpresterende oppleve en mer rettferdig og objektiv vurdering ved å følge vurderingsformen som Liljedahl beskriver som *the data-gathering paradigm*. På denne måten, er fokus rettet

mot deres matematiske kompetanser, ikke nødvendigvis deres evne til å uttrykke deres kompetanse spesifikt skriftlig eller muntlig.

Slik jeg tolker resultatene, fungerer funn 2 som en forlengelse av det første funnet. Funnet gir en indikasjon av *event-based assessment* ikke bare er en urettferdig vurderingsform, men spesielt urettferdig for elever kategorisert som lavtpresterende, ettersom de ikke mestrer matematiske kompetanser godt nok til å kommunisere de på forskjellige måter.

5.3 Funn 3 - Uventet lav prestasjon hos deltaker kategorisert som høytpresterende

Leah, en deltaker kategorisert som høytpresterende var en av deltakere som skilte seg ut. Hun ble tildelt vesentlig lavere skriftlig og muntlig score, sammenlignet med resten av deltakerne kategorisert som høytpresterende. En mulig forklaring kan være at Leah var trøtt og uopplagt, noe som påvirket hennes prestasjoner. I kapittel 4.3, ble det beskrevet at Leah ga uttrykk for at hun var trøtt og sliten, og hun sa at hun kun hadde sovet 2 timer natten før. Liljedahl (2020) forklarer at en svakhet med *event-based assessment* er at vurderingen foregår på et bestemt tidspunkt, slik at det ikke blir tatt hensyn til personlige faktorer som kan ha innvirkning på resultatet. Killgore (2010) konkluderer med at mangel på søvn fører til nedsatt yteevne, og spesielt bemerkes endringer i frontallappen, en del av hjernen som blant annet styrer kreativitet og evne til å være nyskapende. Kellah M. Edens (2006) rapporterer lignende funn, hvor hun beskriver at mangel på søvn kan føre til redusert motivasjon og lavere prestasjonsevner.

Jeg oppfatter at en redusert mengde søvn er en personlig faktor som påvirket Leahs prestasjonsevne. Ettersom undervisningstimen og post-testen stilte krav til at Leah skulle prestere på en spesifikk dag i et definert 90-minutters tidsrom, ble resultatene hennes trolig påvirket av en redusert mengde søvn. På denne måten, var det en faktor som ikke var tilknyttet Leahs matematiske kompetanse som bidro til et svakt resultat og dermed påvirket hennes vurdering.

Finnes det en måte å vurdere elever, slik at personlige faktorer minimeres og dermed ikke påvirker elevens karakterer? Som Liljedahl (2020) argumenterer, er en av de mange fordelene av *the data gathering paradigm* at det tar hensyn til personlige faktorer som feilkilde.

Liljedahl (2020) forklarer at denne vurderingsformen ser på helheten av elevers læringsprosess over en lengre tidsperiode, og dermed tilrettelegger for at lærere kan se bort ifra enkeltstående feilkilder. Jeg tenker at Leahs svake resultater settes i sammenheng med redusert søvn, og et slikt resultat kan påvirke hennes videre motivasjon for å lære.

Slik jeg tolker funnet, illustrerer det hvorfor det er viktig at vurdering i matematikk tar hensyn til feilkilder som ikke er tilknyttet elevers matematiske kompetanse. Hadde den skriftlige post-testen vært en lærers eneste innsikt i Leahs forståelse for temaet funksjonslære, ville hun bli tildelt en lavere karakter, på grunn av en faktor som ikke var tilknyttet hennes matematiske kompetanse. Får å illustrere dette poenget enda tydeligere: Hvis post-testen som Leah gjennomførte hadde vært en eksamen som skulle måle Leahs læringsprosess over et skoleår, ville denne vært påvirket av en personlig årsak som ikke var tilknyttet Leahs matematiske kompetanse. Slik jeg tolker det, er personlige faktorer en stor svakhet til *event-based assessment*, og det betydelig svekker vurderingsformens objektivitet.

Slik jeg tolker det, for at en vurdering skal foregå rettferdig og objektivt, må den respektere personlige faktorer som feilkilde, noe som er en av fordelene av *the data-gathering paradigm*. Gjennom bruk av *the data-gathering paradigm*, kan man som lærer se bort ifra Leahs svake prestasjoner i denne undervisningstimen, ettersom den var preget av en hendelse som ikke var tilknyttet matematikk. Slik jeg tolker det, vil *the data-gathering paradigm* i større grad ta hensyn til personlige faktorer som feilkilde, noe *event-based assessment* ikke gjør.

5.4 Funnet 4 - Deltaker kategorisert som lavtpresterende som ga uttrykk for å tvile på egne kompetanser

Forskningsprosjektets fjerde funn omhandlet uttrykt lav selvtillit hos Jenny, en deltaker kategorisert som lavtpresterende. Som nevnt i kapittel 3.7, er ikke grunnlaget for dette funnet veldig solid, slik at jeg muligens overtolker dette funnet, men jeg velger å inkludere det ettersom det finnes litteratur som støtter det opp. I kapittel 4.4 ble det presentert at Jenny ga uttrykk for at hun tvilte på egen matematiske kompetanse, til tross for at hun presenterte muntlig et matematisk argument som ble vurdert til å være av høyest mulige kvalitet. Ved en annen anledning ga hun uttrykk for at hun ikke ønsket å forsøke å løse en oppgave, ettersom hun selv ga uttrykk for at hun mente at hun ikke var i stand til å løse oppgaven. Et naturlig spørsmål som da oppstår, er hvorfor tvilte Jenny på seg selv og sin matematiske kompetanse?

En mulig forklaring kan være at Jenny har opplevd negative mestringsopplevelser tilknyttet matematikkfaget. Slik jeg tolker det, er det mulig at Jennys uttrykte lave selvtillit er et resultat av at hun flere ganger har blitt kategorisert og vurdert som en elev som presterer lavt. Jeg ser dette i tråd med det Skaalvik & Skaalvik (2015, s. 20) beskriver som en mulig utfordring tilknyttet mestringsforventninger. De forklarer at elevers mestringsforventninger er sterkt påvirket av innspill fra lærere, slik at for elever som mottar negative tilbakemeldinger, kan det føre til redusert opplevd mestring, og dermed reduserte forventninger til mestring som igjen fører til redusert motivasjon (Skaalvik & Skaalvik, 2015, s. 22). For Jenny, slik jeg tolker det, er det mulig at hennes mestringsforventninger er reduserte som et resultat av tilbakemeldinger. En konsekvens av dette, er at Jenny trolig har utviklet reduserte mestringsforventninger tilknyttet matematikkfaget og dermed utviklet vegring og redusert motivasjon til å arbeide med matematikkfaget.

Skaalvik & Skaalvik (2015, s. 20) beskriver mestringsforventninger som en sirkulær prosess, hvor reell mestring fører til opplevd mestring, som fører til forventninger av mestring, som fører til motivasjon og som igjen fører til reell mestring. For Jenny, er det mulig at hennes mestringsforventninger har havnet i et repeterende mønster, hvor hennes tidligere negative mestringsopplevelser har negative konsekvenser for hennes fremtidige mestringsforventninger. Slik jeg tolker det, vil det være spesielt viktig for elever som Jenny og andre elever kategorisert som lavtpresterende at lærere tilrettelegger for at de får muligheten til å utvikle positive mestringsopplevelser i klasserommet.

Hvordan kan undervisning og vurdering tilrettelegge for at Jenny skal kunne oppleve positive mestringsopplevelser? Slik jeg tolker, er det mulig at positive innspill fra en lærer og medelever kan tilrettelegge for positive mestringsopplevelser, som da over tid kan føre til økte mestringsforventninger og dermed økt motivasjon og reell mestring. Skaalvik & Skaalvik (2015, s. 45) omtaler, at mestringsforventninger øker når elever er klare over hvilke konkrete mål de arbeider mot. For Jenny, er det mulig at hun ikke var klar over hvorfor hennes deltakelse var viktig.

Boaler (2009) trekker frem blant annet psykologiske utfordringer tilknyttet matematikkfaget, hvor hun beskriver at mange lærere overbeviser sine elever om at de ikke er gode i matematikk. Jeg har ikke kjennskap til Jennys tidligere historikk angående tilbakemeldinger,

så jeg må være forsiktig med å uttale meg, men muligens er Jenny en elev som har utviklet et *fixed mindset* som et resultat av tidligere vurderinger og tilbakemeldinger fra læreren sin.

I kapittel 4.4 ble det presentert en transkripsjon av en dialog, der Jenny ga uttrykk for at hun ikke ønsket å forsøke å gjøre en oppgave. Det var etter overtalelse fra et annet gruppemedlem at hun ga uttrykk for at hun ønsket å delta i oppgaveløsning. Jeg ser dette i tråd med det Boaler beskriver som et kjennetegn på elever som har et *fixed mindset*. *Fixed mindset* beskriver elever som er overbevist om at deres kompetanser er statiske, og ikke kan videreutvikles eller forbedres, og kan gjenkjennes ved at de har tendens til å gi opp raskere og terskelen for å prøve noe nytt er høyere (Boaler, 2013, s. 143). Slik jeg tolker det, er det mulig at Jenny har utviklet et *fixed mindset* som et resultat av reduserte mestringsopplevelser, som kan ha oppstått som et resultat av negative tilbakemeldinger fra hennes lærer i form av vurdering. Hvordan kan man som lærer unngå at elever utvikler et *fixed mindset*?

Boaler (2013, s. 145-156) trekker frem ulike måter for hvordan lærere kan tilrettelegge undervisning, samt benytte vurdering for å tilrettelegge for utvikling av positive *growth mindset* ideer. Dette innebærer at elever arbeider med åpne oppgaver, som har flere innfallsvinkler og er tilpasset elevens nivå (Boaler, 2013, s. 145-146). Andre måter å fremme positive *growth mindset* ideer er ved å bevisstgjøre elever om hvilke konkrete mål de skal arbeider mot, samt gi positive tilbakemeldinger (Boaler, 2013, s. 145-146).

Jeg vil nå diskutere hvordan, undervisning og vurdering kan tilrettelegges for å fremme utvikling av positive mestringsforventninger og *growth mindsets*. Jeg ser en sammenheng mellom Skaalvik & Skaalvik (2015), Boaler (2013) og Liljedahl (2020) sine tilnærminger til hvordan matematikkfaget kan tilrettelegges, selv om de benytter seg av ulike begreper og beskrivelser. Slik jeg tolker, har de et felles mål om hvordan undervisning og vurdering kan tilrettelegges for å fremme motivasjon, prestasjonsevner og positive holdninger til matematikkfaget. En mulig tilnærming for å tilrettelegge for positive mestringsforventninger og positive *growth mindset* ideer, er slik jeg vil argumentere i kommende delkapittelet å implementere *the data-gathering paradigm*.

Ifølge Liljedahl (2020) tilrettelegger *the data-gathering paradigm* for bedret innsikt i elevens kompetanser, ved å benytte all tilgjengelig informasjon og dermed danne et mer helhetlig bilde av elevens kompetanser. En annen fordel er at lærere har mulighet til å vurdere elever

fortløpende i undervisningstimer, ikke kun ved gjennomføring av *event-based assessment* (Liljedahl, 2020). Liljedahl (2020) trekker også frem selv-evaluering, og argumenterer for at dette tilrettelegger for at elever i større grad oppnår innsikt i egne kompetanser, samt de konkrete målene de bør arbeide mot.

Jeg ser en tydelig sammenheng mellom *the data gathering paradigm*, *growth mindset* og mestringsforventninger. Slik jeg tolker det, kan *the data-gathering paradigm* tilrettelegge for utvikling av positive *growth mindset* ideer og positive mestringsforventninger. En av fordelene av *the data-gathering paradigm* er økt innsikt i elevers matematiske kompetanse, slik at lærere kan mer produktivt informere elever om hvilke konkrete mål de bør arbeide mot. En annen fordel av *the data-gathering paradigm* er at elever vurderes fortløpende og jeg tenker at dette bidrar til økte muligheter for kommunikasjon og dialog der lærere tydeliggjør hvilke mål elever bør strekke seg etter. Økt kommunikasjon fra lærer til elev, tilrettelegger for at lærere ved flere anledninger tydelig kan fremme positive mestringsforventninger og positive *growth mindset* ideer. Dette i kombinasjon med selvevaluering, en komponent av *data gathering paradigm*, vil kunne forsterke elevers innsikt på hvilke områder de må strekke seg etter, og derfor tilrettelegge videre for positive mestringsforventninger og *growth mindsets*. *The data-gathering paradigm* kan dermed etter min mening benytte vurdering til å fremme læring i større grad, noe jeg ser i sammenheng med formativ vurdering.

Slik jeg har diskutert, tenker jeg at *data-gathering paradigm* i større grad tilrettelegger for produktiv bruk av formativ vurdering. Det er av min oppfatning at å implementere en vurderingsmetodikk som dette vil være viktig for Jenny og andre elever som uttrykker tegn til et *fixed mindset*. Ved bruk av et *the data-gathering paradigm*, tenker jeg at elever får tilrettelagt mulighet til å utvikle positive mestringsopplevelser og et *growth mindset*. Slik jeg har argumentert i dette delkapittelet, vil dette være avgjørende for elevers motivasjon, holdninger til matematikkfaget og deres prestasjonsevner.

Jeg tenker også at implementering av undersøkende undervisning kan tilrettelegge for utvikling av positive *growth mindset* ideer. Boaler (2013, s. 146) beskriver at når elever arbeider med åpne oppgaver øker det utvikling av positive *growth mindset* ideer, imens Pedaste et al. (2015) beskriver at undersøkende undervisning kjennetegnes av elevstyrt arbeid

tilknyttet åpne oppgaver. Jeg ser disse i sammenheng med hverandre, og mener at derfor at undersøkende undervisning kan fremme positive *growth mindset* ideer.

5.5 Funn 5 - Deltakere som ikke uttrykte deres matematiske kompetanse muntlig

Fra kapittel 4.5 ble det presentert at Anja og Siri begge ble tildelt en muntlig score på 0, hvor begrunnelsen var basert på at disse deltakerne sjeldent deltok muntlig i undervisningsforløpet, hvor de ikke uttrykte etterspurte matematiske kompetanser hverken i gruppe- eller plenumsdiskusjon. De skriftlige prøveresultatene som de gjennomførte viste derimot at de evnet å prestere matematisk, ettersom de ble tildelt 2 og 3,5 poeng. Et naturlig spørsmål som da oppstår, er: Hvorfor delte ikke Anja og Siri sin matematiske kompetanse muntlig i undervisningstimene?

Innledningsvis velger jeg å nevne at jeg ikke hadde kjennskap til eventuelle sosiale faktorer som kunne påvirke de to elevene, da i form av konflikter med andre elever i klassen. Som presentert i kapittel 4.5, fikk jeg som observatør ikke inntrykk av at det forelå konflikter i klassen, hvor jeg fikk inntrykk av at begge disse deltakerne var sjenerte og unngikk økt oppmerksomhet rundt egen person. Før jeg går inn på mulige forklaringer til hvorfor Anja og Siri ikke deltok muntlig i de observerte undervisningstimene, tenker jeg at det vil være viktig å først argumentere for hvorfor det er viktig at elever deltar i muntlige diskusjoner i klasserommet.

Denne argumentasjonen tar utgangspunkt i innholdet av trådmodellen og Fagfornyelsen. Kilpatrick et al. (2001, s. 10) trekker fram kompetansen resonnering som en viktig del av elevers helhetlige matematiske kompetanse. Innholdet av dette begrepet ble redegjort for i kapittel 2. Ifølge Van de Walle et al. (2018, s. 24) er muntlig deltakelse i diskusjoner viktig for elevers utvikling av logisk tenkning og resonnering. Fagfornyelsen (Utdanningsdirektoratet, 2019a) trekker frem kjerneelementene kommunikasjon, utforskning og argumentasjon som en viktig del av elevers helhetlige utvikling. Betydningen og innholdet av disse kompetansene ble redegjort for i kapittel 2.2. Til felles omhandler disse at elever i samarbeid med andre bruker matematisk språk til å komme frem til løsninger (Utdanningsdirektoratet, 2019a). Et annet punkt som trekkes frem i Fagfornyelsen (Utdanningsdirektoratet, 2019b) er at vurdering skal foregå på bakgrunn av kompetanser som

elever har uttrykt skriftlig, muntlig og digitalt. Lærere har derfor et ansvar til å tilrettelegge for at elever får muligheten til å vise sine kompetanser på ulike måter, ikke kun skriftlig (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Slik jeg tolker det, trekker både Kilpatrick et al. og Fagfornyelsen frem kompetanser tilknyttet muntlig bruk av matematisk språk. Dette i kombinasjon med det som blir beskrevet om vurdering i Fagfornyelsen, anser jeg det som viktig at lærere tilrettelegger for at elever får mulighet til å utvikle og uttrykke deres matematiske kompetanse gjennom muntlig deltakelse i undervisning. Etter å nå ha diskutert hvorfor elevers muntlige deltakelse er viktig, går jeg tilbake til spørsmålet om hvorfor Anja og Siri ikke deltok muntlig i de observerte undervisningstimene.

Ettersom jeg observerte klassen i kun tre undervisningstimer, kan jeg ikke uttale meg om observert adferd er representativt for hvordan de ellers deltok i matematikkundervisning. Med dette nevnt, tenker jeg at en mulig forklaring til hvorfor Anja og Siri ikke deltok muntlig i undervisningstimene var at de opplevde det som ubehagelig å delta muntlig i undervisningstimene. Jeg ser dette i tråd med det Chapin et al. (2009, s. 193) beskriver, hvor de forklarer at elevers personlighet og gjeldende klasseromsmiljø er to faktorer som påvirker elevers terskel for å delta muntlig i undervisning. Mitt inntrykk som observatør var at det forelå et godt klasseromsmiljø (se kapittel 4.5), hvor elever respekterte hverandre. Jeg tenker at det var Anja og Siri sine personligheter som hindret dem i å delta aktivt muntlig i undervisningstimene, da i form av at begge ga uttrykk for å være beskjedne (se kapittel 4.5).

En annen mulig forklaring til at Anja og Siri ikke ønsket å delta var at jeg var til stede i klasserommet som observatør. Dette i kombinasjon med lyd- og videoopptak, kan ha økt terskelen for at de skulle delta muntlig i undervisningstimene. Jeg ser dette i tråd med det Bjørndalen (2013, s. 84) trekker frem, hvor han konkluderer med at enkelte elever opplever det som ubehagelig å bli filmet. Jeg anser det som en reell mulighet at de ikke deltok på grunn av lyd- og videoopptak. Jeg velger å nevne at begge deltakerne samtykket til at det var greit med opptak, men dette betydde nødvendigvis ikke at de opplevde opptakene som ubehagelige.

En annen mulig forklaring for deres manglende muntlige deltakelse kan være knyttet til hvilke arbeidsmetoder de vanligvis arbeidet med i matematikkundervisningen. Ifølge Chapin et al. (2009, s. 201) er mange elever vant til tradisjonell undervisning, og overgangen til

diskusjonsbasert undervisning der elever skal begrunne egne tanker, kan være både utfordrende og ta tid. Jeg som forsker hadde ikke innsikt i hvilken type undervisning deltakerne ellers ble eksponert for, men det er mulig at Anja og Siri ikke var komfortable med et undervisningsopplegg som var fokusert rundt samarbeid og muntlige deltakelse, noe som var grunnen til at de valgte å arbeide individuelt med utdelte oppgaver.

Det er også mulig at Anja og Siri ikke var klar over at deres muntlige deltakelse var viktig for deres egen utvikling av relevante matematiske kompetanser. Skaalvik & Skaalvik (2015, s. 45) konkluderer med at når elever er klar over hvilke konkrete mål de arbeidet mot, øker mestringsforventninger og motivasjon. For Anja og Siri, slik jeg tolker det, ville de trolig deltatt mer muntlig dersom de ble tydelig informert om at muntlig deltakelse i gruppe- og klasseromsdiskusjon var gunstig for deres utvikling og noe de burde streve etter.

Tilknyttet forskningsprosjektets fire første funn, har jeg argumentert for hvordan *the data-gathering paradigm* trolig er en bedre vurderingsmåte enn bruk av *the point-gathering paradigm*. Oppgavens femte funn derimot illustrerer en mulig svakhet med *the data-gathering paradigm*, altså hva som kan skje dersom elever ikke deltar muntlig i undervisningstimer, slik at de ikke får uttrykt sin matematiske kompetanse. Dersom en lærer reduserer bruk av *event-based assessment* som vurderingsgrunnlag, er det da etter min mening viktig at innsikt i elevers matematiske kompetanse kommer fra innspill de uttrykker i undervisningstimer. For Anja og Siri, samt andre beskjedne elever, tenker jeg at det vil være viktig at undervisning tilrettelegges, slik at denne elevgruppen får mulighet til å trygt utvikle og uttrykke deres muntlige matematiske kompetanse. Spørsmålet om hvordan undervisning og vurdering kan tilrettelegges, slik at denne elevgruppen i større grad er villige til å delta muntlig, anser jeg derfor som essensielt.

Slik jeg ser det, har man som lærer ikke mulighet til å endre elevers personligheter, men det er mulig å arbeide med å tilvende elever til å oppleve det som trygt å delta muntlig i undervisningstimer. Jeg tenker at det er viktig at elever har innsikt i hvorfor deres muntlige deltakelse er viktig for deres egne utvikling av relevante matematiske kompetanser. Ifølge Skaalvik & Skaalvik (2015, s. 45), øker elevers mestringsforventninger og motivasjon dersom de er klare over hvilke konkrete mål de arbeider mot. For Anja og Siri, slik jeg tolker det, vil denne tydeliggjøringen tilrettelegge for å bli utfordret til å delta muntlig, samt en opplevelse

av mestring, når de lykkes med dette. Ved at de gradvis deltar muntlig aktivt, kan de etter hvert oppleve mestring tilknyttet deres deltakelse, noe som sannsynligvis vil øke deres forventninger til å delta muntlig i fremtiden. Jeg ser dette i tråd med sirkeleffekten av mestringsforventninger (se kapittel 2.5).

Chapin et al. (2009, s. 193) trekker frem klasseromsmiljø som en sentral faktor som styrer elevens terskel for å delta muntlig i undervisning. Jeg mener at det er en lærer sitt ansvar å skape en god og trygg læringsarena i klasserommet. Å tilrettelegge for et godt klasseromsmiljø bidrar til ikke bare økt trivsel, men også til tryggere elever med bedret potensiale for læring (Chapin et al., 2009). Mange elever opplever det som ubehagelig å dele innspill og ytringer dersom de er usikre på om innspillet er rett eller galt, noe som vil være et hinder for muntlig deltakelse (Chapin et al., 2009, s. 210). Slik jeg tolker det vil det derfor være viktig at lærere tilrettelegger og ufarliggjør det å gjøre feil. Dette gjelder ikke bare for matematikkfaget, men også for enhver type læring og mestring. Jeg anser dette som essensielt, ettersom, slik Boaler (2015b) forklarer, vil elever med et *growth mindset* ha større faglig utbytte dersom de tar feil, imens elever med et *fixed mindset*, velger å gi opp dersom de tar feil.

Christensen (1995, s. 4-5) trekker frem tre ulike måter for hvordan undervisning og vurdering kan tilrettelegge for økt muntlig elevdeltakelse. Disse tre punktene innebærer at elever må ha muligheten til å arbeide i små grupper, arbeidsoppgaver må være tilpasset deres nivå, og de må bli vurdert etter deres muntlige deltakelse (Christensen, 1995, s. 4-5). Slik jeg vil argumentere, kan undersøkende undervisning tilrettelegge for de to førstnevnte punktene, imens *the data-gathering paradigm* kan tilrettelegge for det sistnevnte punktet. Gjennom et undersøkende undervisningsopplegg, får elever mulighet til å arbeide i små grupper for å få diskutert deres tanker og ideer. Jeg tenker at å tilpasse oppgaver til elevens ulike nivåer kan være utfordrende, ettersom klasser ofte består av elever med ulike prestasjonsevner, på lik måte som den klassen jeg observerte. En mulig løsning er å benytte seg av det Liljedahl (2020, s. 23), beskriver som oppgaver med lav inngangsterskel og stor takhøyde. Fordelen med slike oppgaver er at de er enkle nok for at alle elever kan delta i undervisningen, samtidig som de ikke blir for lette for elever som er faglig sterkere (Liljedahl, 2020, s. 23). Ettersom *the data-gathering paradigm* er en vurderingsform som tar i betraktning elevens muntlige

uttrykte kompetanse, tenker jeg i lys av det Christensen (1995) presenterer, at vurderingsformen tilrettelegger for økt muntlig elevdeltakelse.

Slik jeg tolker det, kan et undersøkende undervisningsopplegg, hvor elever arbeider i små grupper, med oppgaver som har lav inngangsterskel og stor takhøyde i kombinasjon med *the data-gathering paradigm* som vurderingsform tilrettelegge for økt muntlig elevdeltakelse. Muntlig elevdeltakelse, slik jeg argumenterte for i kapittel 5.1, er viktig for utvikling av relevante matematiske kompetanser. Derfor anser jeg undersøkende undervisning i kombinasjon med *the data-gathering paradigm* som en fremtidsrettet måte å drive klasserommet på.

5.6 Eksamen – på tur ut?

Forskningsprosjektet mitt har ikke studert eksamen direkte, men det er fristende å kommentere eksaminering i lys av mine observasjoner. Jeg anser muntlige og skriftlige eksamener, slik de implementeres i ungdomsskolen som former for *event-based assessment*.

Slik jeg har diskutert i dette kapittelet, er *event-based assessment* en lite objektiv vurderingsform, som ikke nødvendigvis fanger helheten av elevers matematiske kompetanse. Det ble argumentert for hvorvidt vurderingsformer som vurderer elever individuelt har vansker med å fange opp relevante matematiske kompetanser. Ifølge Fagfornyelsen (2019a), skal undervisning tilrettelegge for utvikling av samarbeid i form av utforskning, argumentasjon og kommunikasjon, kompetanser som det etter min mening er vanskelig å vurdere ved individuelle vurderingsformer. Personlige faktorer ble også trukket frem som en stor svakhet av *event-based assessment*, og slik jeg ser det, kan dette være en feilkilde tilknyttet eksaminering. Ytterligere viste mine funn til at ensidige vurderingsformer var spesielt vanskelig for elever kategorisert som lavtpresterende. Ifølge Boaler (2015a) er læring en dyp og langsom prosess, som ikke fremmes av årlig testing. Det er med andre ord flere grunner til hvorfor eksaminering ikke bør kontinueres i dagens form. Med tanke på at denne vurderingsformen er summativ, og ikke benyttes for å tilrettelegge fremtidig undervisning, stiller jeg spørsmålsteget ved hvorfor denne vurderingsformen fortsatt benyttes. Slik jeg ser det er dagens undervisning i endring, og da er det viktig at vurdering henger med i disse endringene. For å henge med i denne endringen, anbefales det derfor at lærere benytter seg av

the data-gathering paradigm for å danne seg et mer helhetlig inntrykk av elevers prestasjoner, samt fremme motivasjon og elevdeltakelse.

6 Avslutning

I denne masteroppgaven har jeg undersøkt ungdomsskoleelevers muligheter til å uttrykke deres matematiske kompetanse innenfor emnet funksjonslære i forbindelse med et undersøkende undervisningsforløp. For å få innsikt i denne problemstillingen undersøkte jeg hva som kjennetegnet deltakernes matematiske kompetanse som ble uttrykt muntlig i et undersøkende undervisningsopplegg, og skriftlig på en individuell prøve. Ved bruk av lyd- og videoopptak ble det vist at hele 10 av 12 deltakere uttrykte sin matematisk kompetanse bedre muntlig enn skriftlig. Studien viste i tillegg at det var spesielt deltakere vurdert som lavtpresterende, som strevde med å uttrykke deres matematiske kompetanse både skriftlig og muntlig. Personlige faktorer ble trukket frem som en mulig forklaring på hvorfor en elev vurdert som høytpresterende presterte lavest blant alle deltakerne. Det ble diskutert hvordan personlige faktorer kan være en feilkilde og svakhet som *event-based assessment* ikke tar hensyn til.

Jeg ønsket i tillegg å se på hvorvidt deltakerne ga uttrykk for holdninger som kunne være et hinder for å utvikle og uttrykke deres matematiske kompetanse. Det ble observert at to av deltakerne sjeldent deltok muntlig i undervisningstimene, slik at de ikke kunne vurderes muntlig. En elev uttrykte lav selvtilit tilknyttet egne matematiske kompetanser og negative holdninger til å arbeide med matematikk. Det ble diskutert at dette muligens hadde opphav i tidligere negative mestringsopplevelser som et resultat av lite konstruktiv vurdering og tilbakemelding. Mangel på muntlig deltakelse og uttrykte negative holdninger ble identifisert som hindringer for deltakernes muligheter for å utvikle og uttrykke sin matematiske kompetanse.

Ensidig *event-based assessment* er en vurderingsform som hverken er rettferdig eller objektiv, og som i liten grad tilrettelegger for formativ vurdering. Oppgaven har diskutert mulige løsninger for hvordan undervisning og vurdering kan tilrettelegges for å fremme positive mestringsforventninger, *growth mindsets*, økt motivasjon og økte prestasjoner. De to nevnte løsningene var implementering av undersøkende undervisning og *the data-gathering*

paradigm. Det ble diskutert hvorvidt implementering av disse ville løse ovennevnte utfordringer, samt fremme muntlig elevdeltakelse og dermed tilrettelegge for utvikling av relevante matematiske kompetanser.

Dette prosjektet er lite med tanke på tidsrom og antall deltakere, og det ble benyttet case studie med kvalitative metoder. Grunnet dette skal en være forsiktig med å generalisere og trekke for bastante konklusjoner. Jeg mener allikevel at resultatene er et bidrag til den pågående debatten om hvilken vurderingsform som anses best egnet i samarbeidsbasert undersøkende undervisning. Jeg vil hevde at bruk av undersøkende undervisning i kombinasjon med *the data-gathering paradigm* vil gagne elever i fremtiden.

6.1 Veien videre

Forskningsprosjektet mitt inkluderte få deltakere, der en konsekvens kan være at mine funn og konklusjoner har begrenset overførbarhet. For å bygge videre på mitt forskningsprosjekt, anser jeg det som relevant å undersøke de samme forskningsspørsmålene applisert på et annet matematisk tema, eller innenfor et annet fagområde. Videre, i lys av Fagfornyelsen, tenker jeg at det vil være relevant og interessant å undersøke hvorvidt digitalt uttrykt matematisk kompetanse har en plass i totalvurderingen av elevers helhetlige matematiske kompetanse.

7 Referanseliste

Artigue, M. & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 45(6), 797-810. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0506-6>

Bjørndal, C.R.P. (2017). *Det vurderende øyet* (utg. 3). Oslo: Gyldendal Akademisk.

Boaler, J. (2013). Ability and Mathematics: the mindset revolution that is reshaping education. *Forum*, 2013, 55(1), 143-150. http://www.youcubed.org/wp-content/uploads/14_Boaler_FORUM_55_1_web.pdf

Boaler, J. (2015a). *The elephant in the classroom*. London: *Souvenir Press*.

Boaler, J. (2015b). Positive Norms to Encourage in Math Class. Hentet fra <https://www.youcubed.org/wp-content/uploads/2017/03/Norms-Poster-2015.pdf>

Boaler, J., Dieckmann, J. A., Perez-Nunez, G., Sun, K. L., Williams, C. (2018). Changing Students Minds and Achievement in Mathematics: The Impact of a Free Online Student Course. *Frontiers in Education*, 3:26. <https://doi.org/10.3389/feduc.2018.00026>

Brown, G.T. L., Irving, S.E. & Keegan, P.J. (2008). *An Introduction to Educational Assessment, Measurement, and Evaluation: Improving the quality of teacher- based assessment* (2. utg.). Auckland, New Zealand: Pearson Education NZ.

Campbell, T. G., King, S., Zelkowski, J. (2020). Comparing middle grade students' oral and written arguments. *Research in Mathematics Education*, 21-38. <https://doi.org/10.1080/14794802.2020.1722960>

Chapin, S. H., O'Connor, C., Anderson, N. C. (2009). *Classroom discussions: using math talk to help students learn, grades K-6*. (2. utg.). Sausalito, California: Math solutions.

Christensen, L.J. (1995). Classroom Situations Which Lead to Student Participation. Eric Institute of Education Sciences, 2-11. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED391207.pdf>

Cobb, P., Yackel, E., & Wood, T. (1989). Young Children's Emotional Acts While Engaged in Mathematical Problem Solving. *Springer Science and Business*. 1987, 117-148.

https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3614-6_9

Cohen, L., Manion, L., Morrison, K. (2018). *Research methods in education*. (8. utg.). New York. Routledge.

Dorier J. L. & Maass K. (2014) Inquiry-Based Mathematics Education. In: Lerman S. (eds) *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8_176

Edens, K. M. (2006). The Relationship of University Students' Sleep Habits and Academic Motivation. *NASPA Journal*, 2006, 43(3), 432-445. <https://doi.org/10.2202/1949-6605.1677>

Gleiss, M. S., & Sæther, E. (2021). *Forskningsmetode for lærerstudenter: å utvikle ny kunnskap i forskning og praksis* (1. utgave.). Cappelen Damm akademisk.

Grimm, K.J. (2008). Longitudinal Associations Between Reading and Mathematics Achievement. *Developmental Neuropsychology*, 2008 33(3.), 410-426.

<https://doi.org/10.1080/87565640801982486>

Grønli, H. (2022, 10. mai). Stortinget seier nei til å droppe eksamen for godt. *NRK*. Hentet fra

<https://www.nrk.no/norge/stortinget-seier-nei-til-a-droppe-eksamen-for-godt-1.15961378?fbclid=IwAR2hHtA7-HPCUZhf3b-joYbgnYtvsV0VfkJF-sEXSE8hifP11KdNNmboyGU>

Houssart, J. (2002). Simplification and repetition of mathematical tasks: a recipe for success or failure?. *Journal of Mathematical Behavior*, 191-202. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(02\)00116-5](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(02)00116-5)

Kang, S. M., Kim, M. K. (2016). Sociomathematical norms and the teacher's mathematical belief: A case study from a Korean in-service elementary teacher. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2016 12(10), 2733-2751.

<https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1308a>

Killgore, W. D. S. 2010. Effects of sleep deprivation on cognition. *Science Direct*. 105-129.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53702-7.00007-5>

Kilpatrick, J., Swafford, J. & Findell, B. (2001). *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.

Kleven, T. A., & Hjordemaal, F. (2018). *Innføring i pedagogisk forskningsmetode: en hjelp til kritisk tolking og vurdering* (3. utg.). Fagbokforlag.

Liljedahl, P. (2020). *Building Thinking Classrooms in Mathematics, Grades K-12 : Teaching Practices for Enhancing Learning*. California: Corwin.

Lincoln, Y.S. & Guba, E.G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage Publications.

Malmer, G. (2000). Mathematics and dyslexia—an overlooked connection. *Wiley Online Library*, (4. utg.) 223-230. [https://doi.org/10.1002/1099-0909\(200010/12\)6:4<223::AID-DYS176>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/1099-0909(200010/12)6:4<223::AID-DYS176>3.0.CO;2-W)

Matematikk.org (2022). Rette linjer (lineære funksjoner). Hentet fra:

<https://www.matematikk.org/artikkel.html?tid=155222>

NESH. (2016, april). Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi. Hentet fra <https://www.forskningsetikk.no/retningslinjer/hum-sam/forskningsetiske-retningslinjer-for-samfunnsvitenskap-og-humaniora/>

OECD. (2018, november). PISA 2022 Mathematics framework. Hentet fra

<https://pisa2022-maths.oecd.org/ca/index.html>

Opplæringslova. (2008). *Formålet med opplæringa*. LOV-1998-07-17-61. Hentet fra:

https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61#KAPITTEL_1

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L.A., Jong, T., Riesen, S.A.N., Kamp, E.T., Manoli, C.C., Zacharia, Z.C., Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Science direct*, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>

- Schunk, D.H., Mullen, C.A. (2012). Self-Efficacy as an Engaged Learner. *Handbook of Research on Student Engagement*. 219-235. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_10
- Skaalvik, E.M. & Skaalvik, S. (2015). *Motivasjon for læring*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Stedøy, I. M. (2018, februar). *Matematikkenteret*. Hentet fra: <https://realfagsloyper.no/sites/default/files/2018-04/T1.P2.M2A%208-13%20Sted%C3%B8y%20Matematisk%20kompetanse.pdf>
- Styliandis, A.J. (2019). Secondary students' proof constructions in mathematics: The role of written versus oral mode of argument representation. *British educational reseatch association*. 156-182. <https://doi.org/10.1002/rev3.3157>
- Svartdal, F. (2020, 3. november). Holdning. Hentet fra <https://snl.no/holdning>
- Utdanningsdirektoratet. (2019a). Læreplan i matematikk 1.-10. (MAT01-05) kjerneelement. Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/mat01-05/om-faget/kjerneelementer>.
- Utdanningsdirektoratet. (2019b). Læreplan i matematikk 1.-10. (MAT01-05) kompetansemål og vurdering. Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/mat01-05/kompetansemaal-og-vurdering/kv14?lang=nob>
- Van de Walle, J.A., Bay-Williams, J.M., Lovin, L.H. & Karp, K.S. (2018). *Teaching student-centered mathematics* (3. utg.). New York: Pearson.
- Videnovic, M. (2017) Oral VS Written Exams: What Are We Assessing in Mathematics? *Open Mathematical Education Notes*, 7(2017), 1-7. <https://doi.org/10.7251/OMEN1701001V>
- Wiliam, D. (2018). *Embedded formative assessment* (2. utg.). Indiana: Soltion tree press.
- Yackel, E. (2001). Explanation, Justification and Argumentation in Mathematics Classrooms. *ERIC Institute of Education Sciences*, 2001, 9-24. Hentet fra: <https://eric.ed.gov/?id=ED466631>
- Yackel, E., & Cobb, P. (1996). Sociomathematical Norms, Argumentation, and Autonomy in Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(4), 458–477. <https://doi.org/10.2307/749877>

Yin, R. K. (2002). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oakes (5. utg.), California: SAGE Publications.

8 Vedlegg

Vedlegg A: Samtykkeskjema

Vil du delta i forskningsprosjektet

Læringsmuligheter i matematikk gjennom undersøkende undervisning

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å lære om hvilke læringsmuligheter undersøkende undervisning tilrettelegger for innenfor matematikkfaget. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Jeg er en masterstudent ved UiT, som skal gjennomføre et prosjekt i forbindelse med min masteroppgave ved lektorutdanning 5.-10.

Formålet med prosjektet er å danne forståelse for hvilke læringsmuligheter undersøkende undervisning kan tilrettelegge for. Jeg ønsker å samarbeide med deres matematikklærere over en periode for å forhåpentligvis kunne danne denne forståelsen.

I håp om å sikre gode observasjoner, ønsker jeg å benytte meg av lyd- og videoopptak av gruppediskusjoner, altså kun deler av undervisningstimene. All data vil anonymiseres, så ingen elever vil kunne gjenkjennes i den ferdigstilte masteroppgaven.

Det kan bli aktuelt at jeg benytter meg av en pre- og posttest som gjennomføres før og etter en undervisningsøkt. Disse prøvene vil ta omtrent 20 minutter hver å gjennomføre, og vil ikke ha noen innvirkning på deres karakter i faget. Disse dataene vil også bli anonymiserte.

Deltakernes opplysninger vil ikke benyttes til noen andre formål enn dette forskningsprosjektet.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

UiT er ansvarlig for prosjektet.

Min veileder for prosjektet er Anita Movik Simensen. Hun er universitetslektor ved UiT lærerutdanning og pedagogikk campus Alta.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Dere er blitt valgt til å delta i dette prosjektet, ettersom jeg tidligere har vært i praksis på denne skolen, og har kjennskap til læreren deres.

Hva innebærer det for deg å delta?

Som deltaker i prosjektet, innebærer det at du kanskje deltar på en pre-test og en post-test, hvor du besvarer noen matematikkoppgaver. Pre- og posttestene vil ha som funksjon å danne et bilde av faglig nivå. Som deltaker vil også deler av matematikkundervisningen som du deltar i bli tatt lyd- og videoopptak av. Dine svar og data fra prosjektet vil bli lagret elektronisk, trygt bak en tofaktors-autentisering. Jeg vil være til stede i disse undervisningstimene og observere i bakgrunnen. Det er læreren deres som vil være ansvarlig for gjennomføring av undervisningen.

Jeg vil kun benytte meg av informasjon fra videoopptakene som er relevant for masteroppgaven som skal produseres. Jeg ønsker å skape en så naturlig setting som mulig, hvor lyd og videoopptak ikke skal gå på bekostning av elevenes undervisning.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket

tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Dersom du ønsker å trekke deg fra prosjektet gir du beskjed til meg, læreren deres eller rektor. Undervisningen som du vil bli eksponert for vil ikke bli negativt påvirket dersom du velger å trekke deg fra eller ikke delta i forskningsprosjektet.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Jeg vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Jeg behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- De eneste personene som vil ha tilgang til dataene er meg og min veileder.
- All data vil lagres i en nettsky sikret med tofaktors-autentisering, slik at dataene er trygge.
- Navnene på alle deltakere vil være anonymiserte i den publiserte masteroppgaven.
- Anita Movik Simensen (veileder) og Albert Bjørnerem (student) vil ha tilgang til videoopptak og testresultater.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er mai 2022. Alle videoopptak vil slettes ved prosjektslutt.

Dine rettigheter

Så lenge du 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.
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

Hvor kan jeg finne ut mer?

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

- Albert Bjørnerem, e-post: [REDACTED]
- Anita Movik Simensen, e-post: [REDACTED]

Vårt personvernombud:

- Joakim Bakkevold, e-post: personvernombud@uit.no | tlf. 77646322

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig:
Anita Movik Simensen

Student:
Albert Seeger Bjørnerem

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet Læringsmuligheter i matematikk gjennom undersøkende undervisning, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i pre-test og post-test for å kartlegge matematiske ferdigheter
- å delta i undervisning hvor deler av undervisningen vil bli tatt videoopptak av
- å delta i undervisning hvor deler av undervisningen vil bli tatt lydopptak av

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

(Signert av foresatte, dato)

Vedlegg B: Arbeidsoppgaver i den tredje observerte undervisningsøkten.

Funksjonsoppgaver – Torsdag 10.01.22

1. I Lyngen kan man gjøre Norges høyeste strikkhopp. Dette strikkhoppet er 153 meter høyt. Hvis dere skulle knytte sammen strikk (på samme måte som dere gjorde på tirsdag), og slippe ned en barbiedukke, hvor mange strikk ville dere trengt? Dere skal kunne argumentere for svaret deres og fremgangsmåte. Det er tillatt å bruke datamaskinene deres til oppgaven.
2. Lag et funksjonsuttrykk for strikkhopp med barbie (basert på deres egne målinger), og fremstill dette funksjonsuttrykket i GeoGebra. Argumenter og vis hvorfor uttrykket deres stemmer.
Noter mulige feilkilder tilknyttet funksjonsuttrykket deres.
3. Er grafen dere har laget en lineær graf? Argumenter for hvorfor/hvorfor ikke.
4. Forklar hva som er stigningstallet til funksjonen deres, og hva som menes med dette. Er det viktig at strikkene er like store?
5. Forklar hva som er konstantleddet i funksjonen deres, og hva som menes med dette.
6. Lag en situasjon for funksjonen $f(x) = 10x + 5$. Forklar hvorfor situasjonen dere lager stemmer overens med funksjonsuttrykket (basert på stigningstall og konstantledd).

Vedlegg C: Pre-test som ble deltakerne gjennomførte før observerte undervisningsforløp.

Kartleggingsprøve i funksjoner

Navn: _____

Oppgave 1

Forklar følgende begreper så grundig du kan:

a) Lineær graf

b) Stigningstall

c) Konstantledd

Oppgave 2

Mobilabonnementet til Johannes koster 200 kroner i måneden, hvor det er gratis for han å sende meldinger. Johannes må betale 2 kroner per minutt han ringer. Lag et funksjonsuttrykk som beskriver prisen Johannes må betale i måneden for mobilabonnementet hans, og forklar hvorfor funksjonsuttrykker ditt stemmer.

Oppgave 3

Lag en situasjon som passer til funksjonen $f(x) = 10x + 20$

Vedlegg D: Post-testen som deltakerne gjennomførte etter observert undervisningsforløp.

Kartleggingsprøve i funksjoner

Navn: _____

Oppgave 1

Forklar følgende begreper så grundig du kan:

a) Lineær graf

b) Stigningstall

c) Konstantledd

Oppgave 2

Det er 50 liter vann i et lite basseng, og du fyller det med en vannslange. I løpet av ett minutt, kommer det 10 liter vann ut av vannslangen. Lag et funksjonsuttrykk som passer til denne situasjonen, og forklar hvorfor funksjonsuttrykket ditt stemmer.

Oppgave 3

Lag en situasjon som passer til funksjonen $f(x) = 2x + 10$
