

MASTEROPPGAVE

*«For de er jo tross alt oppvokst med det digitale
mellom fingrene»*

Matematikklæreres oppfatninger om handlingsmuligheter med
digitale verktøy i undervisning og læring av matematikk

Mathematics teachers' beliefs about technology affordances
regarding the teaching and learning of mathematics

Marthina Sæthre Vahedian

Master i undervisningsvitenskap med fordypning i matematikk

Fakultet for lærerutdanning, kultur og idrett (FLKI)

Veileder: Inge Olav Hauge

15.09.20

FORORD

Masteroppgaven markerer avslutningen på min femårige lærerutdannelse ved Høgskolen på Vestlandet. Utdanningsforløpet har bydd på både muligheter og utfordringer. Foruten kompetansen jeg sitter igjen med etter fem lærerike år, har jeg også blitt kjent med fantastiske mennesker. Medstudenter har blitt til venner for livet, og forelesere har delt sine kunnskaper for at jeg skal kunne utvikle meg til å bli en dyktig lektor. Jeg ser også en forandring i min personlige utvikling sammenlignet med den jeg var for fem år siden. Lærerutdanningen har dermed utgjort en viktig betydning for min faglige, sosiale og personlige utvikling, noe jeg er svært takknemlig for. Prosessen med å skrive masteroppgave har vært spennende, utfordrende og veldig interessant. Arbeidet har også bidratt til å fange min interesse for forskning på matematikdidaktikk - et kompetansefelt jeg ønsker å forbedre og utvikle i fremtiden.

Jeg er takknemlig for all støtte og motivasjon jeg har fått av venner, familie, veiledere og forelesere. Jeg vil begynne med å takke min dyktige veileder Inge Olav Hauge for støtte, råd og konstruktive tilbakemeldinger. Takk til Joel Saxegaard som har vært en god samarbeidspartner i forbindelse med denne studien. Videre vil jeg vise takknemlighet til min onkel Amir Massoud Hashemi, en respektert realfagsdidaktiker som har vært svært verdifull for meg gjennom hele arbeidet med masteroppgaven. Takk til min kjære mor og far, mine nærmeste mentorer og støttespillere. Til slutt vil jeg uttrykke takknemlighet til min storesøster og lillebror, Sandra og Simon Sæthre Vahedian, som har vært verdifulle støttespillere i arbeidet med masteroppgaven, og ikke minst gjennom livet. Takket være deres oppmuntring og tålmodighet, har jeg alltid klart å komme meg på beina igjen, selv på de mest regnfylte dager.

I likhet med hvordan jeg har utviklet meg faglig, sosialt og personlig gjennom lærerutdanningen, ønsker jeg å benytte denne kunnskapen til å fremme elevers utvikling på samme måte. Jeg har en brennende interesse for læring av matematikk, og kan ikke vente med å kjempe for at elever skal oppleve gleden matematikk slik jeg gjør det.

Marthina Sæthre Vahedian

September, 2020

SAMMENDRAG

Fra høsten 2020 iverksettes en fornyet versjon av læreplanverket for kunnskapsløftet. I lys av samfunnets teknologiske utvikling, skal opplæringen bidra til å styrke elevers digitale ferdigheter - et kompetanseområde som betegnes til å være verdifullt for fremtiden som venter dem. Matematikkfaget skal gi elever mulighet til å utvikle digitale ferdigheter i aktiviteter som fremmer utforskning, problemløsning og samarbeid. Lærere utgjør en viktig forutsetning for å nå dette målet, der tilrettelegging av undervisning hviler i deres hender. Studier som undersøker hvordan lærere integrerer IKT i sin undervisningspraksis, vektlegger ofte et fokus på hvorvidt lærernes kompetanse er tilstrekkelig eller ikke. I denne oppgaven retter jeg blikket mot lærernes oppfatninger for å tilegne forståelse for hvordan IKT inngår i deres matematikkundervisning. Dette valget er basert på litteraturen som redegjør for et tydelig forhold mellom læreres oppfatninger og undervisningspraksis. Problemstillingen er utformet som et åpent fokus, der det søkes etter innsikt i hvordan lærere oppfatter muligheter med digitale verktøy som fremmer deres oppfatninger om god matematikkundervisning. Forskningsspørsmålene konkretiserer retningen i oppgaven:

- 1) *Hvilke oppfatninger har lærere av hva god matematikkundervisning er?*
- 2) *Hvordan oppfatter lærerne sine handlingsmuligheter med digitale verktøy for å tilrettelegge for god matematikkundervisning?*

For å belyse problemstillingen har det blitt tatt utgangspunkt i kvalitative intervjuer med fire matematikklærere. Analyse av lærernes oppfatninger foregår gjennom en hermeneutisk fortolkningsprosess, hvor det også benyttes teori som analyseverktøy. Studiens overordnede rammeverk består av en fornyet og bearbeidet versjon av Hadjerrouit (2017) sin *affordance* modell. Denne modellen er utformet på betingelsen om å kunne belyse hvorvidt lærerne ser muligheter med digitale verktøy i lys av sine oppfatninger om god matematikkundervisning. Sentrale funn fra studien tilsier at en *instrumentalistisk* oppfatning er fraværende hos informantene, noe som er ulikt forskningslitteraturen. Den *platoniske* oppfatningen er mest fremtredende hos informantene, mens oppfatningen *problemløser* fremkommer som tydelig hos en informant. Det er også denne informanten som i størst grad ser muligheter med digitale verktøy i form av oppfatningen *problemløser*.

ABSTRACT

From the autumn of 2020, a renewed version of the Norwegian mathematics curricula will be implemented in practice. Along with the digitalization of our society's, the education should contribute to strengthening students' digital skills - areas of competence described as valuable for the future that awaits them. In the subject of mathematics, students should be provided the opportunity to develop digital skills in activities that promote exploration, problem solving and collaboration. Teachers are considered to be an important prerequisite for achieving these goals. Studies that examine how teachers integrate ICT into their teaching practice, often emphasize a focus on whether teachers' competence is sufficient or not. The aim of this thesis relies on teachers' beliefs in order to build an understanding of how ICT is integrated in their mathematics teaching practice. This is based on the approved literature that explains a clear relationship between teachers' beliefs and their teaching practice. The research question is formed as an open focus. I seek insight into teachers' beliefs about technology affordances based on their beliefs about effective teaching of mathematics. The direction of the research question takes the following direction:

- 1) *What are teachers' beliefs about effective teaching of mathematics?*
- 2) *What are the teacher's beliefs about technology affordances to facilitate effective teaching of mathematics?*

To examine the research questions, four mathematics teachers participate in qualitative interviews. The analysis seeks insight of the teachers' beliefs through principles of hermeneutics, along with the use of theoretical analysis tool. The framework of the study consists of a renewed and inspired version of Hadjerrouits (2017) affordance model. The purpose of the model is to investigate whether teachers see affordances with digital tools in the light of their beliefs about effective mathematics teaching. Key findings from the study indicate that an *instrumentalist* view is absent among the participants, which is different from the research literature. The *Platonic* view is most prominent among the teachers, while the *problemsolver* view emerges as clear in especially one teacher. This teacher is also the only participant that hold beliefs about technology affordances that is recognized by a *problemsolver* view. Findings also indicate that teachers' beliefs about effective mathematics teaching, do not always correspond with the beliefs they hold about technology affordances.

INNHold

Forord	1
Sammendrag	2
Abstract	3
1 Innledning	9
1.1 Bakgrunn for valg av tema	10
1.1.1 Nye læreplaner og forberedelse til fremtiden.....	10
1.1.2 Lærerens rolle i det digitale klasserommet.....	11
1.2 Fokus og problemstilling	12
1.3 Begrepsavklaringer.....	13
1.3.1 Matematikkdidaktiske oppfatninger.....	14
1.3.2 Matematikkundervisning.....	14
1.3.3 Digitale verktøy og IKT	14
1.3.4 Handlingsmuligheter	15
1.4 Forskningsprosjektet LATAcME	15
1.5 Oppgavens Struktur	15
2 Teori	16
2.1 Matematikkdidaktisk forskning på IKT.....	16
2.1.1 Matematikkundervisning og digitale verktøy.....	17
2.1.2 Hva vet vi om læreres oppfatninger?	18
2.1.3 Oppsummering av forskningslitteratur.....	20
2.2 Læreres oppfatninger	21
2.2.1 Forholdet mellom oppfatninger og kunnskap	21
2.2.2 Oppfatningssystemer	22
2.3 Overordnet rammeverk.....	24
2.3.1 Ernest (1989): oppfatninger om matematikkens natur, undervisning og læring	25
2.3.2 Hadjerrouit (2017): handmuligheter med digitale verktøy i matematikk.....	27
2.3.3 Sammenheng mellom teori og bearbeidet modell.....	31
2.4 Sosialkonstruktivisme.....	34
3 Metode	36
3.1 Valg av metode.....	36
3.1.1 Kvalitativ Hermeneutisk tilnærming	38
3.1.2 Vitenskapsteoretisk perspektiv.....	40
3.2 Utvalg og kontekst.....	40

3.3	Datainnsamling	42
3.3.1	Semi-strukturert intervju	42
3.3.2	Utforming av intervjuguide	43
3.3.3	Gjennomføring av datainnsamling	44
3.4	Analysestrategi	45
3.4.1	Transkribering	46
3.4.2	Analyseverktøy	47
3.4.3	analyseprosessen	49
3.5	Reliabilitet og validitet	52
3.6	Etiske overveielser	54
4	Resultat og analyse	55
4.1	Oppfatninger om god matematikkundervisning	56
4.1.1	Anna	56
4.1.2	Bjørn	58
4.1.3	Christina	60
4.1.4	Diana	62
4.1.5	Oppsummering av analyse del 1	64
4.2	Handlingsmuligheter med digitale verktøy	68
4.2.1	Anna	69
4.2.2	Bjørn	74
4.2.3	Christina	79
4.2.4	Diana	85
4.3	Oppsummering av analyse og resultat	90
5	Diskusjon	94
5.1	Hvilken rolle har digitale verktøy i god matematikkundervisning?	95
5.1.1	Endringer i matematikkoppgaver	96
5.1.2	Klasseromsinteraksjonen	98
5.1.3	Hvordan inngår digitale verktøy i lærernes matematikdidaktiske oppfatninger?	100
5.2	Et fremtidsrettet mål i matematikkfaget	103
5.3	Kritikk og refleksjoner rundt rammeverk	104
6	Konklusjon	106
7	Litteratur	108

VEDLEGG

Vedlegg I: Samtykkeskjema.....	116
Vedlegg II: Intervjuguide.....	119
Vedlegg III: Koding i transkripsjoner.....	122

FIGURLISTE

Figur 1: Overordnet rammeverk som analyseverktøy. Basert på Pierce og Stacey (2010) Hadjerrouit (2017), Puentedura (2006) og Ernest (1989)	24
Figur 2: Forholdet mellom matematikklærerens oppfatninger. Oversatt fra Beswick (2005, s. 40)	25
Figur 3: SAMR-modell for nivåer av implementering av digitale verktøy. Oversatt fra Puentedura (2013)	28
Figur 4: Oversikt over teknologiske muligheter med digitale verktøy	29
Figur 5: Oversikt over pedagogiske muligheter med bruk av digitale verktøy.....	30
Figur 6: Studiens forskningsdesign etter modell av Maxwell (2013)	37
Figur 7: Oversikt over lærerinformantene	41
Figur 8: Tema i intervjuguiden (se vedlegg II)	44
Figur 9: Utdrag fra transkripsjon av intervju	46
Figur 10: Sammenknytting av transkriberte meningsenheter til kategori fra det overordnede rammeverket	50
Figur 11: Oversikt av lærerinformantenes oppfatninger om matematikkens natur, matematikkundervisning og læring av matematikk	65
Figur 12: Søylediagram for kategoriene instrumentalist, platonisk og problemløser i lærerinformantenes matematikkdiraktiske oppfatninger.....	66
Figur 13: Illustrasjon av lærerinformantenes matematikkdiraktiske oppfatninger	67
Figur 14: Analyse av Anna sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter med dynamiske programvare (Geogebra)	71
Figur 15: Analyse av Anna sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter med programmeringsverktøy (Scratch og Python)	73
Figur 16: Analyse av Bjørn sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter	

ved nettjeneste (Google Classroom)	76
Figur 17: Analyse av Bjørn sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter med dynamisk programvare (Geogebra)	78
Figur 18: Analyse av Christina sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter med omvendt undervisning (Campus Inkrement)	82
Figur 19: Analyse av Christina sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter med dynamisk programvare (Geogebra)	84
Figur 20: Analyse av Diana sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter med dynamisk programvare (Geogebra)	87
Figur 21: Analyse av Diana sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter med regneark (Excel)	89
Figur 22: Oversikt av lærerinformantenes oppfatninger om pedagogiske muligheter	91
Figur 23: Oversikt av lærerinformantenes oppfatninger om teknologiske muligheter	92
Figur 24: Oversikt av lærerinformantenes oppfatninger om matematikkundervisning uten IKT [MU] og med IKT [MFN]	93
Figur 25: Forhold mellom begreper fra SAMR-modell og kategorier oppfatninger om læring av matematikk	96
Figur 26: Quasi-logisk forhold mellom tre påstander	102

1 INNLEDNING

Mye har skjedd i den norske skole siden 2006. En av de mer bemerkelsesverdige endringene tilknyttet en stadig økende digitalisering av samfunnet vårt, som preger hverdagen til både barn og voksne. På bakgrunn av dette hevder regjeringen at tiden nå er inne for å styrke teknologiens rolle i en fornyet versjon av læreplanverket 2020 (Kunnskapsdepartementet, 2019).

«For å møte en ny hverdag, arbeidsliv og samfunnsliv med ny teknologi må vi forstå teknologien. Vi må kunne bruke den, være kreative, nysgjerrige og kritisk utforskende» (Kunnskapsdepartementet, 2019)

I *Tale til fremlegg av nye læreplaner* (Kunnskapsdepartementet, 2019) av Kunnskaps- og integreringsminister Jan Tore Sanner utformes en rekke begrunnelser for hvorfor det er på tide å fornye læreplanverket for kunnskapsløftet 2006. Det er ikke bare en teknologisk utvikling i samfunnet vårt som medfører fornyelse, men også tilbakemeldinger fra lærere og elever. Jan Tore Sanner utpeker for lite fokus på det praktiske, utforskende og dybdelæring av fag - et område som forbedres og fornyes i læreplanverket.

Elever som begynner på skolen i løpet av høsten 2020, vil også være det første kullet som starter opplæringen med en fornyet versjon av læreplanverket. Kunnskapsminister Jan Tore Sannes (Kunnskapsdepartementet, 2019) setter disse elevene i fokus for å begrunne hvorfor vi må satse på fremtiden når nye læreplaner utformes. I lys av formålet med opplæringen (§ 1-1) skal elevene rustes til å imøtekomme livet etter 2033 - året som markerer en fullført 13-årig skolegang. Utforming av læreplanen LK20 har derfor tatt hensyn til fremtidens kompetansebehov som presenteres i NOU-utredningen *Fremtidens skole* (NOU 2015: 8, 2015). Utredningen fremlegger fire kompetanseområder som elevene vil ha behov for å lære i grunnskolen. Digital kompetanse inngår i tre av fire kompetanseområder og beskrives til å utgjøre en viktig plass i arbeids- og samfunnsliv (NOU 2015: 8, 2015, s. 22). Kunnskapsgrunlaget er basert på delutredningen NOU 2014:7 *Elevenes læring i fremtidens skole*, som peker på en rask utvikling av kommunikasjon og medieteknologier i samfunnet (NOU 2015: 8, 2015, s. 8).

1.1 BAKGRUNN FOR VALG AV TEMA

Temaet rundt teknologi i matematikkfaget har det siste året fanget min interesse og nysgjerrighet. Jeg har alltid vært engasjert i hvordan læring av matematikk foregår og hvilken plass teknologi innehar i denne prosessen. I denne delen av oppgaven vil jeg jeg begrunne studiens tema og fokus. Det blir først redegjort for sentrale endringer i fagfornyelsen med vektlegging av IKT og matematikk. Før jeg avgrenser temaet og presenterer studiens problemstilling, vil jeg også gi en kortfattet beskrivelse av hvordan lærere utgjør en viktig betydning for å lykkes med effektiv integrering av IKT.

1.1.1 NYE LÆREPLANER OG FORBEREDELSE TIL FREMTIDEN

Arbeidet med fornyelse av læreplanen startet høsten 2017 og bygger på stortingsmelding nr. 28: *Fag, fornyelse og læring* (Utdanningsdirektoratet, 2019). Departementet viser til internasjonal læreplanutvikling som vektlegger mer avanserte IKT-ferdigheter hos elever. Elevene skal ikke være konsumenter av IKT, men forstå og produsere IKT (Kunnskapsdepartementet, 2016, s. 32). Til dette blir det relevant å trekke inn *Metakognisjon* og selvregulert læring. Elevene skal utvikle egne læringsstrategier og forstå egne læringsprosesser, noe som også skal gjelder for IKT. Undervisningen skal tilrettelegge for at elevene «lærer å lære» ved at fokuset ligger på prosessen fremfor målet med å tilegne lærestoffet (Kunnskapsdepartementet, 2016, s. 39).

Kunnskapsdepartementet (2016, s. 33) ønsker å vektlegge dybdelæring fremfor overflatelæring i læreplaner og kompetansemål. Dybdelæring beskriver kvaliteten på elevs læringsprosess og læringsutbytte. Elevene skal få mulighet til å fordype seg i fag over tid og reflektere rundt egen læring. Overflatelæring tilknyttes et undervisningssyn der elevene er passive mottakere av faktakunnskap. Dette forhindrer en elevsentrert undervisning da den aktive eleven ikke står i sentrum for læringen. Gjennom en slik elevsentrert undervisning får elevene mulighet til å delta aktivt og reflektere rundt egen læringsprosess (Kunnskapsdepartementet, 2016). I matematikkfaget kjennetegnes slik undervisning med problemløsning og utforskende undervisningsaktiviteter (Kunnskapsdepartementet, 2016). NOU-utredningen 2015: 8 (2015, s. 53) trekker frem et fremtidsrettet mål om å forberede elevs kompetanse i matematikk, naturfag og teknologi. Til dette blir det nødvendig å endre kompetansemål for å sammenkoble teknologiske fag tettere til matematikkfaget (NOU 2015: 8, 2015, s. 54).

Fagfornyelsen av matematikkfaget er rettet mot å fremme kompetanser som elevene vil ha nytte av gjennom hele livet (Utdanningsdirektoratet, 2020). Elever skal utforme skaperglede, engasjement og nytenkning. For å muliggjøre dette er utforskning, undring og nysgjerrighet vektlagt i de nye læreplanene. *Utforskning og problemløsning* utgjør det første av totalt seks kjerneelementer i matematikkfaget. Elever skal utforske matematikk ved å undersøke mønstre og sammenhenger, og diskutere seg frem til en felles forståelse. Problemløsning blir beskrevet om hvordan elevene utvikler metoder og strategier for å løse et ukjent problem. I denne prosessen inngår også algoritmisk tenkning ved måten problemet brytes ned og løses systematisk på (Utdanningsdirektoratet, 2020). Bruk av digitale verktøy skal inngå læringsaktiviteter som omhandler forståelse, utforskning og matematikksamtaler (Utdanningsdirektoratet, 2020).

1.1.2 LÆRERENS ROLLE I DET DIGITALE KLASSEROMMET

I *digitaliseringsstrategi for grunnsopplæringen 2017-2021* (Kunnskapsdepartementet, 2017) fremlegges det ulike tiltak for å gi elever nødvendig opplæring i digital kompetanse. Tiltakene er rettet mot status for digitaliseringen av opplæringen, der elever på 9. trinn særlig utpeker seg. Ifølge regjeringen er det nærmere en fjerdedel av elever på 9. trinn som «har så svake digitale ferdigheter at de vil ha problemer i skole og arbeidsliv» (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 9). Utfordringene tilknyttes blant fagspesifikke ferdigheter og bruk av IKT som avhenger av kompetanse (Kunnskapsdepartementet, 2017). Lærere har et omfattende ansvar for klassens læringsmiljø og utgjør derfor en viktig forutsetning for at elever utvikler digitale ferdigheter (Gilje et al., 2016; Furberg, 2016; Rambøll, 2019). Læreres digitale kompetanse påvirker effektiv og pedagogisk implementering av IKT (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 9). Samtidig har det blitt redegjort for hvordan læreres digitale kompetanse ikke er tilstrekkelig for å utnytte potensialet med teknologi i undervisning og læring (NOU 2015: 8, 2015; Kunnskapsdepartementet, 2017). For liten vektlegging av å utvikle digital kompetanse i lærerutdanning og videreutdanning bedrer heller ikke problemet (Kunnskapsdepartementet, 2017).

I *Pedagogisk bruk av IKT i grunnskoleopplæringen* (Rambøll, 2019, s. 2) blir det beskrevet hvordan læreres tilnærming til undervisning med IKT-bruk medfører fordeler i elevers læring og utvikling. Det er ikke bare læreres digitale kompetanse som er avgjørende, men også deres pedagogiske perspektiver og tilnærminger. For at IKT skal implementeres i lys av nå målene

med fagfornyelsen, må lærere være innforstått med hvordan pedagogisk bruk av digitale verktøy endrer undervisningen. Dette innebærer at lærere nøye vurderer valg som medfører fordeler for elevers læring og utvikling ved bruk av digitale verktøy (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 13). Regjeringen peker på tiltak som kan bidra til bevisstgjøring i læreres valg av digitale verktøy som implementeres i undervisnings- og læringsaktiviteter. I matematikkfaget er det påbegynt en prosess med å utvikle kvalitetskriterier for digitale læremidler (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 19). Flere av de eksisterende læremidlene er i stor grad basert på å erstatte analoge formater, noe som ikke er tilstrekkelig når målet er å fremme algoritmisk tenkning og problemløsning i matematikk (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 8). Målet er ikke å anvende den nyeste teknologien, men nøye vurdere hvordan det fremmer muligheter for elevers læring og utvikling.

1.2 FOKUS OG PROBLEMSTILLING

Ifølge Kunnskapsdepartementet (2016, s. 76) mangler det omfattende forskning på kvaliteten av læremidler, samtidig som det er studier som utpeker varierende kvalitet på læremidler i matematikk. Dette er interessant i lys av å fremme en utforskende og elevsentrert matematikkundervisning der IKT inngår. Det utlyses også behov for mer forskning på hvordan lærere bidrar til å utvikle elevers digitale kompetanse, særlig etter bekymringer rundt digitale skiller i matematikkfaget (Bjørnset et al., 2020; Bjørnset et al., 2018). Utfordringene rettes her mot tilgang på digitalt utstyr og rollen som lærer (Rambøll, 2019).

Temaet for denne oppgaven er pedagogisk implementering av digitale verktøy for å fremme gode undervisnings- og læringssituasjoner i matematikk. Jeg retter søkelyset mot hvordan lærere oppfatter god matematikkundervisning og bruk av digitale verktøy for å fremme elevers engasjement, utvikling og læring i matematikk. I denne studien er problemstillingen formulert som et åpent fokus:

Fokuset i denne oppgaven er rettet mot læreres oppfatninger om muligheter digitale verktøy kan gi god matematikkundervisning. Det blir særlig lagt vekt på å søke innsikt i oppgaver, klasseromsinteraksjon og undervisningsform.

Denne oppgaven forsøker å ta del i ettersøkt forskning om hvordan lærere arbeider for å fremme elevers digitale kompetanse i matematikk. Formålet er å bidra til utdypende forståelse om hvordan lærere integrerer digitale verktøy i matematikkundervisning, der jeg ser et åpent fokus som hensiktsmessig. I lys av problemfokuset ovenfor, er målet å søke innsikt i læreres oppfatninger om matematikkundervisning og muligheter med IKT. Her er jeg interessert i å belyse hvordan lærere opplever digitale verktøy til å inngå i deres oppfatninger om god matematikkundervisning. For å tydeliggjøre og konkretisere dette er problemstillingen inndelt i følgende spørsmål:

1. *Hvilke oppfatninger har lærere av hva god matematikkundervisning er?*
2. *Hvordan oppfatter lærerne sine handlingsmuligheter med digitale verktøy for å tilrettelegge for god matematikkundervisning?*

Kvalitative intervjuer med fire matematikklærere danner grunnlaget for datamaterialet som undersøkes i denne studien. Oppgaven belyser hvordan lærerne oppfatter bruksområder og muligheter (*handlingsmuligheter*) med IKT til å fremme sine oppfatninger om hva god matematikkundervisning er. Da god matematikkundervisning har tilknytning til elevers læringsutbytte, vil jeg ofte anvende begrepet *matematikkdidaktiske oppfatninger* i denne oppgaven. En åpen problemstilling kan by på utfordringer da det finnes et hav av ulike bruksområder ved digitale verktøy i matematikkfaget. Samtidig har fokuset vært å fremvise lærernes individuelle perspektiver og oppfatninger. Intervjuene har derfor tatt utgangspunkt og bygget videre på lærernes egne eksempler på bruk av digitale verktøy. En utdypende beskrivelse på dette er redegjort for i kapittel 3. Metode.

1.3 BEGREPSAVKLARINGER

I denne delen blir aktuelle begreper for oppgaven kort beskrevet. Det påpekes her at begrepene *matematikkdidaktiske oppfatninger* og *handlingsmuligheter* behøver utdypende beskrivelser, noe som er redegjort for i kapittel 2. Teori.

1.3.1 MATEMATIKKDIDAKTISKE OPPFATNINGER

Matematikdidaktiske oppfatninger anvendes som et paraplybegrep for læreres oppfatninger om matematikkens natur, matematikkundervisning og læring av matematikk (Beswick, 2005; 2012). Begrepet pedagogiske oppfatninger om matematikk utgjør samme betydning, der begge redegjør for oppfatninger om hva matematikk er og hvordan det bør undervises og læres. Studiens problemstilling og tema er basert på forskning og teori som argumenterer for at det eksisterer et forhold mellom læreres oppfatninger og undervisningspraksis. Det understrekes her at studien ikke har som hensikt å bevise dette forholdet, men bruke det som et utgangspunkt.

1.3.2 MATEMATIKKUNDERVISNING

Matematikkundervisning omfatter klasseromsaktiviteter der elevers læring og utvikling foregår i samspill med lærer og medelever. Ifølge Fauskanger (2016) finnes det ingen klar definisjon på hva *god* matematikkundervisning er, da det avhenger av ulike kulturer, verdier og læreplaner. I denne oppgaven anvendes begrepet nettopp for å tydeliggjøre ulike oppfatninger om hva som kjennetegner god matematikkundervisning. Til dette blir det viktig å påpeke forskjellen mellom matematikkundervisning og god matematikkundervisning, da sistnevnte er basert på subjektive oppfatninger. *Elevsentrert undervisning* brukes i denne oppgaven om undervisning som tar hensyn til elevenes forutsetninger og behov (Fahlvik, 2017). Fokuset ligger på å fremme elevers autoritet og deltakelse i egen læringsprosess, og fremstår som motpol til tradisjonell formidlingsbasert undervisning.

1.3.3 DIGITALE VERKTØY OG IKT

Begrepene *digitale verktøy* og *IKT* anvendes som en samlebetegnelse over teknologiske programvarer, hjelpemidler og læringsressurser som brukes i læring og undervisning av matematikk. *Digitalt utstyr* tilknyttes fysiske teknologier, eksempelvis datamaskin og nettbrett. Digitale verktøy kan inngå i digitale utstyr, slik som Geogebra kan nedlastes på datamaskiner. *Digitale læringsressurser* eller *læremidler* går under digitale verktøy. Disse beskrives om programvarer som tilbyr egenskaper spesifikt rettet mot kompetansemål i Kunnskapsøftet, for eksempel Kikora og Campus Inkrement (Gilje et al., 2016; Svingen & Gilje, 2018). Her understrekes det at digitale verktøy også kan tilby slike egenskaper, men utgjør ikke et krav slik som ved digitale læringsressurser/midler.

1.3.4 HANDLINGSMULIGHETER

Affordances anvendes etter Hadjerrouit (2017) sin beskrivelse og omhandler forholdet mellom bruksområder og muligheter ved et objekt i et bestemt miljø. I min studie undersøkes læreres oppfatninger om *affordances* ved digitale verktøy i matematikkundervisning. Begrepet innebærer da hvilke oppfatninger (*perceived affordances*) lærere har om bruksområder ved spesifikke digitale verktøy, og mulighetene som fremmer matematikkundervisnings mål og metoder.

1.4 FORSKNINGSPROSJEKTET LATACME

Studien er en del av et større forskningsprosjekt ved Høgskolen på Vestlandet (HVL) kalt LATACME (*Learning About Teaching Argumentation for Critical Mathematics Education in Multilingual classrooms*). Argumentasjon og kritisk matematikkdiraktikk (AKM) utgjør det overordnede faglige fokuset i prosjektet. Blant delprosjektene *modellering*, *IKT* og *flerspråklige læringsrom*, er min studie en del av IKT-prosjektet.

1.5 OPPGAVENS STRUKTUR

I foregående kapittel har det blitt redegjort for studiens problemstilling, fokus og tema. Det neste kapittelet består av to hoveddeler og starter med en gjennomgang av tidligere forskning (2.1). I den andre delen av kapittel 2 presenteres teori grunnlaget (2.2). Her gis det en beskrivelse av hvordan jeg har gått frem for å utforme et overordnet rammeverk som analyseverktøy. Rammeverket illustreres med en bearbeidet modell som sammenknytter teorier om matematikkdiraktiske oppfatninger og handlingsmuligheter med digitale verktøy. I kapittel 3 begrunner jeg for studiens forskningsmetodiske tilnærminger. Dette omhandler blant annet forskningsdesign, valg av metode, datainnsamling og analysestrategi. Resultat og analyse blir gjort rede for i kapittel 4. I dette kapittelet blir lærernes oppfatninger om matematikkundervisning identifisert, etterfulgt av å tolke hvordan handlingsmuligheter med digitale verktøy inngår i disse. I kapittel 5 vil teori, tidligere forskning og sentrale funn fra analysen drøftes for å belyse problemstillingen. Avsluttende refleksjoner og konklusjon utgjør oppgavens siste kapittel (6).

2 TEORI

Litteratur som blir presentert i følgende kapittel utgjør grunnlaget for å drøfte og belyse oppgavens problemstilling. Kapittelet starter med en kortfattet litteraturgjennomgang knyttet til oppgavens tema og problemfokus (2.1). Det vises til matematikdidaktisk forskning som undersøker hvordan IKT implementeres i matematikkundervisning, og hvilken innvirkning det har på elevers læringsprosess. Det blir også relevant å inkludere forskningslitteratur som redegjør for betydningen av læreres oppfatninger når undervisning skal planlegges og tilrettelegges. Etterfulgt presenteres teori (2.2) som utgjør en viktig betydning for forståelsen i møte med datamaterialet. For å belyse problemstillingen har det blitt utformet et overordnet rammeverk (2.3) som analyseverktøy. Rammeverket illustreres med en bearbeidet modell som sammenkobler teori om læreres matematikdidaktiske oppfatninger (Ernest, 1989; Van Zoest et al. 1994; Beswick, 2005; 2012) og læreres oppfatninger om handlingsmuligheter med digitale verktøy i matematikkundervisning (Hadjerrouit, 2017; Pierce & Stacey, 2010; Puentedura, 2006). Modellen presenteres etterfulgt av en utdypende beskrivelse av teoriene (2.3.1, 2.3.2). Avslutningsvis i kapittelet blir det redegjort for et sosialkonstruktivistisk læringssyn og oppsummering.

2.1 MATEMATIKKDIDAKTISK FORSKNING PÅ IKT

Matematikdidaktisk forskning har som mål å undersøke ulike forhold som er tilknyttet undervisning og læring i matematikk (Niss, 2003). Siden 80-tallet har IKT inngått i slik forskning for å undersøke dets potensiale og innvirkning på elevers læring og utvikling (Drijver et al., 2010). Studier har pekt på hvordan effektiv integrering av IKT utgjør en signifikant betydning på forståelse av matematiske konsept, problemløsningsferdigheter og matematisk tenkning (Goos & Bennison 2008). Det har blitt vist hvordan pedagogisk bruk av IKT styrker og skaper elevsentrert undervisning, da elever får større mulighet til å være aktive deltakere i egen læringsprosess (Ottenbreit-Leftwich, Glazewski, Newby & Ermer, 2010, s. 1321). Dette støttes opp av Linn og Eylon (2011) som viser til hvordan effektiv integrering av IKT bidrar til å fremme problemløsning, refleksjon og samarbeid blant elever. Funn fra studien tilsier også at lærerrollen endrer seg som et resultat av slik IKT-implementering, der lærerrollen som veileder eller tilrettelegger styrkes (Linn & Eylon, 2011). I implementering av IKT kan læreres

oppfatninger endres til å bli mer elevsentrert (Tondeur, Braak, Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2016, s. 568; Ertmer, 2015).

Imidlertid viser studier at IKT ikke alltid implementeres på måter som fremmer elevsentrert undervisning (Ertmer, 2005; Goos & Bennison, 2008). Hennessy, Ruthven og Brindley (2005) gjennomførte en studie hvor lærere selvrapporterte hva de legger i fordeler med bruk av IKT i matematikkundervisning. Fordelene omhandlet blant annet effektivisering og sparing av tid, støtteverktøy i elevers læringsprosess, variasjon i undervisningsaktiviteter og motivasjon for elevene. Med utgangspunkt i pedagogisk eller effektiv integrering av IKT, ser ikke lærerne fordeler med teknologi til å skape og fremme elevsentrert undervisning.

2.1.1 MATEMATIKKUNDERVISNING OG DIGITALE VERKTØY

Tradisjonell tavleundervisning er fortsatt dominerende i norsk skole (Gilje, 2017; Norstein & Haara, 2018). Tradisjonell undervisning kjennetegnes som lærerstyrt og formidlingsbasert, noe som resulterer i passiv mottakelse av kunnskap for elevene (Ernest, 1989). Ifølge Skemp (1986) vil slik undervisnings bidra til at elevene utvikler *instrumentell* forståelse. Kunnskap tilegnes gjennom memorering og «pugging» fremfor å forstå «hvorfor og hvordan» (*relasjonell forståelse*). Effektiv integrering av teknologi kan bidra til å forhindre tradisjonelle undervisningsformer (Pierce & Ball, 2009; Ertmer, 2005). *Omvendt undervisning* vil forhindre tradisjonelle undervisningsmetoder, da det frigjør mer tid til omfattende læringsprosesser i klasserommet (Norstein & Haara, 2018, s. 99). Ved omvendt undervisning gjennomgår elevene fagstoffet utenfor klasserommet, slik at tiden på skolen brukes til diskusjoner av matematikkoppgaver og problem (Krumsvik, 2014, s. 73). Elevene får læringsvideoer i lekse som ofte er basert på et passende nivå, samtidig som at de får mulighet til å arbeide i sitt eget tempo. Omvendt undervisning vil fremme elevaktivitet og forhindre passiv mottakelse av kunnskap (Krumsvik, 2014, s. 74). Resultater fra Nouri (2015) sin studie tilsier også økt motivasjon og engasjement hos elever ved omvendt undervisning.

Monitorundersøkelsen 2019 tilsier at digitale verktøy som oftest inngår ved tavleundervisning og individuelt arbeid (Fjørtoft, Thun & Buvik, 2019, s. 62-63). Elever på 4. trinn anvender datamaskin oftere enn elever på 7.- og 9. trinn (Fjørtoft, Thun & Buvik, 2019, s. 30-32). Det vises også til interessante resultater om hva elevene bruker datamaskinen til. Bruk av regneark øker i takt med høyere klassetrinn (fra 4.-9. trinn), mens prosentandelen av elever som bruker

datamaskin til «å løse matematikkoppgaver» går nedover med høyere klassetrinn. Krav om regneark på eksamen i 10.trinn beskrives som en mulig årsak til dette (Fjørtoft, Thun & Buvik, 2019, s. 35). De mest anvendte programvarene for graftegner og regneark er Geogebra og Excel (Norstein & Haara, 2018). Slike verktøy skal brukes for å opparbeide digitale ferdigheter, sammen med dynamiske geometriprogram til å utforske matematikk (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 5). Begrepet *dynamisk* omhandler muligheter og egenskaper til å manipulere og undersøke figurer gjennom programmet. Kidron (2014, s. 71) trekker frem ulike visualiseringer, representasjoner og animasjonsmuligheter med dynamiske programvarer for elevene. Geogebra er et eksempel på et dynamisk program, da det tilbyr egenskaper som utforsker matematiske forhold (Fuglestad, 2007).

2.1.2 HVA VET VI OM LÆRERES OPPFATNINGER?

Allerede tidlig på 90-tallet hevdet Pajares at forskningen omfatter for lite fokus på læreres perspektiver, og hvordan læreres oppfatninger påvirker undervisning (Pajares, 1992). I senere tid har flere studier pekt på forholdet mellom læreres oppfatninger og undervisningspraksis (Fives & Gill, 2015; Schoenfeld, 1998; Richardson, 1996; Thompson, 1992; Kagan, 1992; Pajares, 1992). Yang og Leung (2015) oppsummer forskningslitteraturen om forholdet mellom læreres oppfatninger og matematikkundervisning. Formidlingsbasert og lærerstyrt undervisning er som oftest praktisert av lærere som holder tradisjonelle og konservative oppfatninger til matematikkundervisning og læring. Lærere som holder konstruktivistiske oppfatninger vil på den andre siden praktisere undervisning som kjennetegnes av å være elevsentrert (Yang & Leung, 2015) Niederhauser og Stoddart (2001) beskriver hvordan IKT blir brukt som undervisningsverktøy av lærere som holder tradisjonelle oppfatninger. Formålet er å presentere og illustrere informasjon, og forbedre elevs oppfølging av undervisnings mål, regler og prosedyrer. Konstruktivistiske oppfatninger om bruk av IKT kjennetegnes hos lærere som ser muligheter med teknologi til å utvide grensene i det tradisjonelle klasserommet. IKT brukes til å fremme diskusjon, samarbeid, utforskning i matematikkundervisningen (Ertmer, Ottenbreit-Leftwich, Sadik, Sendurur, Sendurur, 2012).

Det oppleves mangelfull forskning som undersøker forholdet mellom læreres matematikdidaktiske oppfatninger og oppfatninger om IKT i matematikkundervisning. Eksisterende forskning peker samtidig på interessante funn. Lærere som holder sofistikerte oppfatninger om hva kunnskap er og hvor det kommer fra, har ofte en tendens til å holde

konstruktivistiske oppfatninger til bruk av IKT (Yang & Leung, 2015; Kim, Kim, Spector, & DeMeester, 2013). Konstruktivistiske oppfatninger fører også til hyppigere og pedagogisk bruk av IKT, sammenlignet med tradisjonelle oppfatninger (Petko, 2012; Ertmer, 2012; Herman, 2008). I studien til Yang og Leung (2015) var hensikten å undersøke forholdet mellom lærerstudenters matematikdidaktiske oppfatninger og oppfatninger om bruk av IKT i undervisning av matematikk. Resultater fra studien tyder på en sammenheng mellom konstruktivistiske oppfatninger til matematikkundervisning og læring, sammen med konstruktivistiske oppfatninger om bruk av IKT. Tradisjonelle oppfatninger om undervisning og læring i matematikk samsvarer med tradisjonelle oppfatninger om IKT (Yang & Leung, 2015, s. 1375).

Lærere og lærerstudenter som holder konstruktivistiske oppfatninger til undervisning og læring, praktiserer ikke nødvendigvis elevsentrerte undervisningsmetoder der IKT inngår (Teo, Chai, Hung & Lee, 2008; Judson, 2006). Judson (2006, s. 590) viste i sin studie hvordan det ikke var noen signifikante forhold mellom elevsentrerte oppfatninger om teknologibruk, og deres faktiske undervisningspraksis. Forskningslitteraturen betegner *value beliefs* som et viktig begrep for å forstå hvorvidt teknologi vektlegges i læreres undervisningspraksis (Petko, 2012; Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010; Tondeur, Hermans, Van Braak & Valcke, 2008). Ifølge Rokeach (1968) er oppfatninger rangert i systemer etter grad av verdi eller viktighet. Når det oppstår motsigelser eller konflikter mellom to oppfatninger, vil oppfatningen av høyest verdi overskride den andre. Lærere vil ikke bruke tid på å lære et nytt digitalt verktøy eller implementere det i sin undervisning, dersom det ikke blir oppfattet som verdifullt (Zhao & Cziko, 2001).

Lærere fra Norge, Tsjekkia og Tyskland deltok i en studie av Eickelmann og Vennemann (2017), der hensikten var å identifisere ulike holdninger og potensiale IKT utgjør på læring. Det ble skilt mellom fem kategorier for å beskrive lærernes holdninger: *IKT entusiast*, *delvis IKT entusiast*, *informasjons-fokusert*, *delvis mistillit til IKT* og *total mistillit til IKT*. Majoriteten av lærerne falt innenfor kategorien IKT entusiast, der særlig norske lærere peker seg ut. Norske lærere tyder på å ha gode forutsetninger for pedagogisk implementering av IKT, da en større andel av lærerne betegnes som IKT entusiaster (Eickelmann & Vennemann, 2015, s. 755). Det er samtidig viktig å påpeke hvordan disse resultatene baseres på 6 ulike fag, selv om norske lærere fortsatt utgjør en høy prosentandel av «IKT entusiaster» i matematikkfaget (Eickelmann & Vennemann, 2015, s. 750).

Det er verdt å bemerke andre faktorer enn læreres oppfatninger som påvirker teknologibruk i klasserommet. Norstein og Haara (2018) nevner eksempelvis godt samarbeid med kollegaer og skoleledelsen til å utgjøre en betydelig rolle. Når det presenteres nye digitale verktøy, må også lærere vurdere dem kritisk og være spørrende til hvordan det kan komme undervisningen til gode. Det anbefales at lærere ikke er fornøyd med et verktøy bare fordi «noe fungerer godt slik det er» (Norstein & Haara, 2018, s.14-15). Ernest (1989) beskriver også hvordan den *sosiale konteksten* påvirker læreres oppfatninger. Det omhandler forventninger fra elever, foreldre, kollegaer, læreplanen, lovverk og regler.

2.1.3 OPPSUMMERING AV FORSKNINGSLITTERATUR

- Tavleundervisning er fortsatt den mest anvendte undervisningsformen i norsk skole, IKT implementeres også oftest i tavleundervisning og individuelt arbeid
- I matematikkfaget er Excel og Geogebra mest anvendt, særlig på høyere klassetrinn
- Digitale verktøy kan fremme elevsentrerte undervisningsformer, med aktiviteter som diskusjon, samarbeid, utforskning og problemløsning

- Læreres oppfatninger vil ofte gjenspeiles i deres undervisningspraksis
- Forskningslitteraturen skiller hovedsakelig mellom tradisjonelle og konstruktivistiske oppfatninger om hvordan matematikk bør undervises og læres
- Tradisjonelle oppfatninger er assosiert med formidlingsbasert tavleundervisning av matematikk, der også teknologi implementeres på denne måten
- IKT kan medføre endring i læreres oppfatninger, fra tradisjonelle til konstruktivistiske
- Konstruktivistiske oppfatninger er assosiert med elevsentrert undervisning
- Lærere som holder konstruktivistiske oppfatninger om matematikkundervisning og læring har som oftest konstruktivistiske oppfatninger om teknologibruk i matematikk
- Konstruktivistiske oppfatninger om matematikkundervisning samsvarer ikke nødvendigvis med IKT implementering som kjennetegnes til å være elevsentrert

2.2 LÆRERES OPPFATNINGER

“It will not be possible for researchers to come to grips with teachers’ beliefs, however, without first deciding what they wish belief to mean and how this meaning will differ from that of similar constructs” (Pajares, 1992, s. 308).

Pajares (1992) problematiserer forskning på læreres oppfatninger og betegner det som et «messy construct». For at forskningen skal anses som gyldig må det gis en grundig beskrivelse av forskerens forståelse om oppfatninger og oppfatningssystem. Dette forhindrer misforståelser om hva forskningen forsøker å belyse (Pajares, 1992). Studiens overordnede rammeverk (2.3) presenteres derfor etterfulgt av en beskrivelse på hvordan jeg forstår begrepet oppfatninger.

Phillipp (2007, s. 258) beskriver oppfatninger som «lenses through which one looks when interpreting the world», et «filter» som påvirker hva vi «ser». Pajares (1992) tilføyer at mennesker har vansker med å se det de allerede ikke oppfatter, noe som poengterer forholdet mellom læreres oppfatninger og undervisningspraksis. Læreres oppfatninger kan defineres som psykologiskholdte forståelser, premisser eller proposisjoner om verden som anses til å være gyldig (Phillipp, 2007, s. 259). En oppfatning er en «enhet» som er plassert i forhold til andre enheter, eksempelvis holdninger og følelser (Thompson, 1992). Oppfatninger utgjør de grunnleggende forestillingene vi har om hva som er rett og galt, og er dypere forankret i forhold til holdninger (*attitude*) og følelser (*emotions*). Holdninger kjennetegnes ved positive eller negative innstillinger til et bestemt fenomen (Phillipp, 2007). Hannula (2004) hevder at følelser er assosiert med oppfatninger, noe som tilføyer verdifull forståelse om eventuelle motsigelser i oppfatninger og handlinger. Eksempelvis kan to lærere holde oppfatningen om at IKT fremmer utforskning i matematikk, men denne oppfatningen kan være ulikt forbundet med frykt eller selvtillit.

2.2.1 FORHOLDET MELLOM OPPFATNINGER OG KUNNSKAP

Sammenhengen mellom oppfatninger og kunnskap diskuteres i litteraturen. Noen argumenterer for at kunnskap fremstår som en undergruppe av oppfatninger, mens andre hevder at kunnskap danner fundamentet for oppfatninger (Leatham, 2002, s. 11). Eynde (1999) beskriver hvordan oppfatninger først og fremst er individuelt konstruert, mens kunnskap er en sosial konstruksjon. Det kan derfor argumenteres for at oppfatninger er menneskers subjektive kunnskap, og at de

inkluderer affektive faktorer. Med andre ord vil ikke menneskers oppfatninger nødvendigvis være like, selv om de baseres på kunnskap. Det skal samtidig bemerkes at kunnskap stiller høyere krav til evidens og fakta (Phillipp, 2007; Thompson, 1992). For å forstå distinksjonen mellom oppfatninger og kunnskaper nærmere, kan det bli relevant å trekke inn forskjellen mellom dybdeoppfatninger og overflateoppfatninger. Det er ikke nødvendigvis slik at mennesker alltid er bevisst over oppfatningene de bærer, noe som er viktig å bemerke i forskning. Oppfatninger vi er bevisste over og kan uttale oss om, betegnes som overflateoppfatninger. Dybdeoppfatninger omhandler de oppfatningene vi ikke er bevisste over og som vi dermed ikke kan uttale oss om (Leatham, 2002, s. 12).

2.2.2 OPPFATNINGSSYSTEMER

I følge Leatham (2002, s. 12) fokuserer ofte forskning på å undersøke forholdet mellom oppfatninger og handlinger, fremfor forholdet mellom ulike oppfatninger. Sistnevnte betegnes som *oppfatningssystemer*; et begrep som anvendes for å forstå hvordan oppfatninger påvirkes av hverandre (Leatham, 2002, s. 13). I likhet med kunnskap, er oppfatningssystemer forankret og organisert i mentale strukturer rundt spesifikke situasjoner og kontekster (Green, 1971 referert av Eynde, Corte & Verschaffel, 2002, s. 25). Thompson (1992) beskriver et oppfatningssystem som dynamisk, noe som kun endres når vi reflekterer rundt oppfatninger våre.

Leatham (2002) henter inspirasjon fra arbeidet til Rokeach (1968) og Green (1971), for å beskrive det *fornuftige system*. Dette oppfatningssystemet er også basert på prinsipper fra *koherensteori*, som tar utgangspunkt i at forståelse oppstår når det skapes relasjon til tidligere kunnskap. Kunnskap, eller *begrunnet antagelse*, tilhører et sammenhengende (koherent) og logisk system. Med utgangspunkt i denne erkjennelsesteorien beskriver Leatham (2002, s. 13) hvordan oppfatninger fremstår der de gir mening, med respekt til andre oppfatninger. Dette utgjør kjerneelementet i det fornuftige oppfatningssystem. Sett i lys av denne oppgaven, innebærer en slik forståelse at jeg ser på læreres oppfatninger om digitale verktøy som logisk forankret i deres oppfatningssystem om matematikdidaktikk. Det er nettopp av denne grunnen at studiens problemstilling retter søkelyset mot hvordan lærere oppfatter *muligheter* med digitale verktøy i god matematikkundervisning. Studien tar stilling til at læreres oppfatninger om IKT både påvirker, og blir påvirket av deres oppfatninger om god matematikkundervisning.

Leatham (2002) beskriver hvordan oppfatninger sammenkobles på ulike måter og viser til tre dimensjoner. *Psykologisk styrke* peker på hvordan oppfatninger gis i grad av viktighet for mennesker. Mindre viktige oppfatninger betegnes som *perifere*, mens oppfatninger av større verdi er *sentrale*. De sentrale oppfatningene krever større overbevisning for å endres, og gjenkjennes ofte med hvordan vi er «100%» sikker på dem.

Den andre dimensjonen omhandler *quasi-logiske*¹ forhold mellom oppfatninger (Green, 1971, s. 44). I motsetning til kunnskap, kan ikke oppfatningssystemer bli sett på som rent logiske fordi enhver person har i sitt oppfatningssystem sin egen logikk. Leatham (2002) eksemplifiserer denne dimensjonen med følgende påstander:

A: Elever må lære gangetabellen

B: Elever bør ikke bruke kalkulator

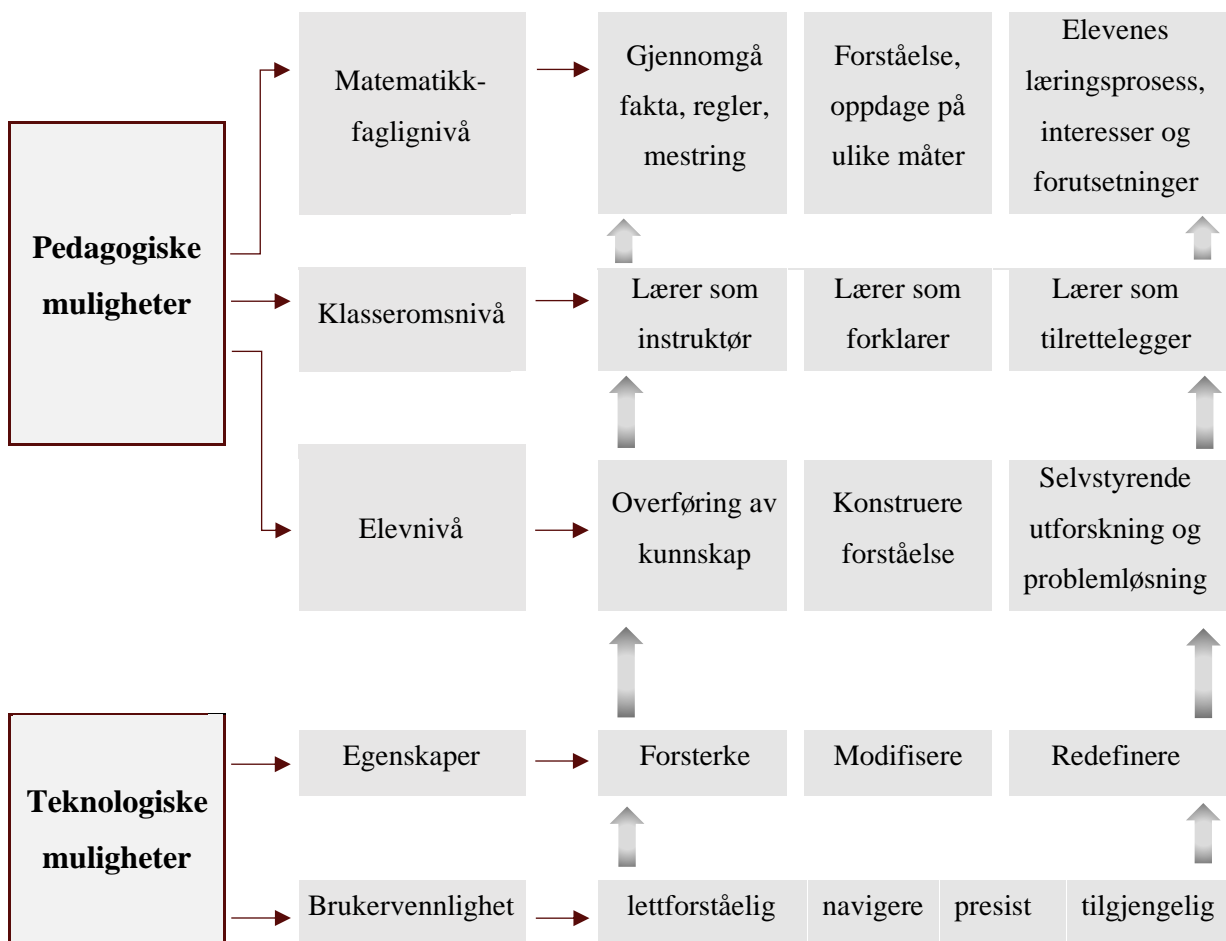
For noen lærere eksisterer det et logisk forhold mellom påstand A og B. Dersom en lærer holder oppfatningen om at elever må lære gangetabellen, vil A føre til B. Dette kan resultere i at elevene ikke får lov til å bruke kalkulator. Dersom en lærer tror at A fører til B og at A er sann, vil også B bli sett på som gyldig fordi det er den logiske konklusjonen (ut ifra forståelsen om at A er sann). Et slikt forhold blir sett på som quasi-logisk. I dette tilfellet, vil påstand B gå under begrepet *derivative* og påstand A som *primary*. Jeg velger å oversette begrepet *derivative* som sekundær og *primary* som primær. Sekundære oppfatninger springer ut fra primære oppfatninger (Leatham, 2002, s.14).

Den tredje dimensjonen defineres som *klyngestruktur*, og omhandler hvordan oppfatninger er gruppert i isolasjon fra hverandre (Green, 1971, s. 47). Dette strider imot grunnprinsippet i det fornuftige oppfatningssystemet. Ifølge Leatham (2006) fremstår oppfatninger gjennom fornuft og logikk. Motsigelser eller konflikter mellom oppfatninger vil alltid løses ved å finne mening eller fornuft i systemet.

¹Quasi fra latin betyr liksom eller uekte. <https://snl.no/kvasi>

2.3 OVERORDNET RAMMEVERK

I denne delen av oppgaven redegjøres det for hvordan jeg har sammenkoblet teori om **1) læreres oppfatninger om matematikkundervisning** og **2) læreres oppfatninger om handlingsmuligheter med digitale verktøy**, til å utforme følgende modell:



Modell 2.3-1: Overordnet rammeverk som analyseverktøy. Basert på Pierce og Stacey (2010), Hadjerrouit (2017), Puentedura (2006) og Ernest (1989).

Modellen ovenfor er utformet på betingelsen om å kunne anvende rammeverket som analyseverktøy senere i denne oppgaven. I dette delkapittelet vil jeg gjennomgå teori som står til grunn for utformingen av modellen. Her starter jeg med å beskrive læreres oppfatninger om matematikkundervisning (2.3.1), etterfulgt av handlingsmuligheter ved digitale verktøy (2.3.2). Avslutningsvis sammenlignes og sammenknyttes disse (2.3.3).

2.3.1 ERNEST (1989): OPPFATNINGER OM MATEMATIKKENS NATUR, UNDERVISNING OG LÆRING

I boken *The Philosophy of Mathematics Education* (1991) og kapittelet “The impact of beliefs on the teaching of mathematics” (1989) illustrer Paul Ernest hvordan læreres oppfatninger om matematikkens natur påvirker deres oppfatninger om hvordan matematikk bør læres og undervises. Basert på observasjon og tidligere forskning, definerer Ernest (1989) tre ulike oppfatninger, eller filosofier, lærere holder om matematikkens natur: *instrumentalist*, *platonisk* og *problemløser*. En instrumentalist-orientert oppfatning om matematikkens natur kjennetegnes ved at matematikk forstås som et sett av akkumulerte fakta og regler. En platonisk oppfatning om matematikkens natur baseres på Platons filosofi, der kunnskap er allerede-eksisterende og bare venter på at vi skal finne den. Matematikkunnskap er oppdaget og ikke opprettet. Videre er fokuset i matematikkundervisningen rettet mot innhold med hensyn til forståelse. Den tredje filosofien, problemløser, oppfatter matematikk som et dynamisk felt som utvider seg kontinuerlig basert på menneskers opprettelse, et kulturelt produkt. Matematikk er en prosess bestående av å belyse problemer og spørsmål, og dets svar vil alltid være åpent for diskusjon og refleksjon (Ernest, 1989, s. 100).

Med utgangspunkt i arbeidet til Ernest (1989) har Beswick (2012; 2005) utformet en tabell (2.3.1-1) som gir en oversiktlig oppsummering av forholdet mellom læreres oppfatninger om *matematikkens natur*, *matematikkundervisning* og *læring av matematikk*.

PEDAGOGISKE OPPFATNINGER OM MATEMATIKK		
Oppfatninger om matematikkens natur	Oppfatninger om undervisning av matematikk	Oppfatninger om læring av matematikk
<i>Instrumentalist</i>	Innholdsfokusert, vekt på mestring	Mestre ferdigheter, passiv overføring av kunnskap
<i>Platonisk</i>	Innholdsfokusert, vekt på forståelse	Aktiv konstruksjon av forståelse
<i>Problemløser</i>	Elevfokusert, vekt på elvenes interesse og forutsetninger	Selvstendig utforskning og problemløsning

Tabell 2.3.1-1: Forholdet mellom matematikklærerens oppfatninger.

Oversatt fra Beswick (2005, s. 40)

Tabellens første kolonne viser de tre ulike oppfatningene lærere har om matematikkens natur: *instrumentalist*, *platonisk* og *problemløser*. I de to neste kolonnene gis det beskrivelser på hvordan disse kommer til uttrykk i læreres oppfatninger om hvordan matematikk bør undervises og læres. I tabellen er oppfatninger om matematikkundervisning hentet fra forskningen til Van Zoest, Jones og Thorntons (1994) arbeid, som igjen er inspirert av Ernest (1989).

Fra et *instrumentalistisk* ståsted, som ser matematikk som et sett av fakta og regler, vil fokuset i undervisningen være å beherske det faglige innholdet. Det foregår ofte en såkalt tradisjonell undervisning, hvor læring av matematikk skjer gjennom passiv mottakelse av kunnskap (Beswick, 2012). Dersom matematikk blir sett fra et *platonisk* ståsted, vil målet med undervisningen være å forstå det faglige innholdet. Læring av matematikk foregår gjennom aktiv konstruksjon av kunnskap. En problemløser-orientert oppfatning av matematikkens natur, baseres på konstruktivisme og et menneskeskapt produkt. Fokuset ligger på selve prosessen fremfor fasitsvaret, noe som resulterer i en elevsentrert undervisning der elevene får mulighet til å lære gjennom utforskende oppgaver. Både Beswick (2005), Ernest (1989) og Van Zoest et al. (1994) understreker hvordan det svært sjeldent er slik at en læreres oppfatning passer perfekt i en av kategoriene. Selv om en lærer har et instrumentalistisk syn på matematikkens natur, er det ikke alltid tilfellet at læreren har den samme filosofien på hvordan matematikk bør undervises (Beswick, 2012).

Ved å observere læreres undervisningspraksis, kan filosofiene komme til uttrykk basert på hvilken rolle de påtar seg, enten det er rollen som *instruktør*, *forklarer* eller *tilrettelegger* (Ernest, 1989). Rollen som instruktør kjennetegnes ved hvordan det fokuseres på elevers ferdigheter og mestring gjennom korrekte besvarelser og disiplin. Det er lite preg av elevaktivitet og elevautonomi. Lærere med rollen som forklarer vektlegger konseptuell forståelse med enhetlig kunnskap. En slik lærer har ansvaret for å beskrive hvordan elevene kan oppdage matematikk på ulike måter, som resulterer i noe elevaktivitet. Læreren som tilrettelegger kjennetegnes med god selvtillit og fokus på elevenes forutsetninger og interesser. Læreren praktiserer god klasseledelse og har kontroll på undervisningen samtidig som at elevene er aktive og utforsker matematikk på egenhånd.

2.3.2 HADJERROUIT (2017): HANDMULIGHETER MED DIGITALE VERKTØY I MATEMATIKK

Gibson (1977 referert av Hadjerrouit, 2017, s. 123) beskriver *affordance* om forholdet mellom et objekts fysiske tilganger og karakteristiske brukerområder av den som anvender objektet på den gitte måten. En *affordance* oppstår mellom en organisme og et objekt når objektet blir oppfattet som å være nødvendig av organismen. Det vises til eksempel om at en stol *afford* å bli sittet på, og at små steiner *afford* å bli kastet. *Affordance* oppstår i oppfattelsen om forholdet mellom observatøren, objektet og miljøet. Hadjerrouit (2017, s. 123) viser til bruk av begrepet i Donald Normans bok *The Psychology of Everyday Things* (1988). Her vil *affordance* innebære oppfattelsen og de faktiske egenskapene ved et objekt. De fundamentale egenskapene bestemmer hvordan objektet muligens kan brukes. I denne delen av det overordnede rammeverket vil jeg redegjøre for ulike *affordances*, eller handlingsmuligheter, med digitale verktøy i matematikkundervisning.

Rammeverket til Pierce og Staceys (2010) *pedagogical map* (P-MAP) består av en modell som er utformet for å analysere teknologiske og pedagogiske muligheter med digitale verktøy. *Teknologiske muligheter* omhandler hvorvidt egenskaper et program tilbyr oppfattes som hensiktsmessig. Når et program eller digitalt verktøy tilbyr teknologiske muligheter, skapes det et fundament for de *pedagogiske mulighetene*. Når digitale verktøy gir pedagogiske muligheter knyttes det til hvordan elevene lærer matematikk og måten de blir undervist matematikk på. Hadjerrouit (2017) har videreutviklet rammeverket til Pierce og Stacey (2010) for å identifisere muligheter ved bruk av den digitale læringsressursen SimReal+. SimReal+ samler flere digitale verktøy og læremidler i ett, eksempelvis læringsvideoer, graftegner og geometriprogram. Etersom SimReal+ omfatter flere digitale verktøy, ser jeg muligheter med å ta utgangspunkt i modellen til Hadjerrouits (2017), sammen med Pierce og Stacey (2010), i denne oppgaven.

Teknologiske muligheter

Teknologiske muligheter omhandler hvordan digitale verktøy tilbyr egenskaper som er hensiktsmessige for matematikkoppgaven som løses. Det skilles mellom *brukervennlighet* og *egenskaper* som to kategorier av teknologiske muligheter (Hadjerrouit, 2017).

Brukervennlighet innebærer hvordan et digitalt verktøy eller programvare er designet på en måte som gjør det lett å håndtere for brukeren. Dette kan knyttes til navigering i menyer, og hvorvidt brukeren opplever programvaren som tilgjengelig til enhver tid og sted (Hadjerrouit,

2017, s. 124). Eksempelvis har Geogebra utviklet og forbedret sitt design siden det først ble introdusert, noe som gjør det mer brukervennlig.

Egenskaper utgjør den andre kategorien av teknologiske muligheter. Denne kategorien er knyttet til hva programmet tilbyr for å arbeide med matematiske oppgaver eller problem. Eksempelvis tilbyr Geogebra egenskapen å tegne grafer, mens Excel har egenskaper som gjør det mulig å utforme diagrammer. Som tidligere nevnt er rammeverket til Hadjerrouit (2017) utformet i lys av handlingsmuligheter med SimReal+. Etersom jeg i denne oppgaven søker etter egenskaper ved digitale verktøy på et mer generelt plan, har jeg tatt i bruk begreper fra SAMR-modellen (Puentedura, 2006). Se tabell 2.3.2-1 nedenfor.

ENDRING	Redefinering	Teknologi anvendes for å utforme nye oppgaver som ville vært umulig foruten
	Modifisering	Teknologi anvendes for å modifisere eller endre oppgaver på en betydelig merkbar måte
EKSTRAUTSTYR	Forsterkning	Teknologi anvendes som en erstatning for andre verktøy, men som gir muligheter og forbedrer funksjonalitet
	Erstatning	Teknologi anvendes som erstatning for andre verktøy eller utstyr, uten forbedret funksjonalitet

Tabell 2.3.2-1: SAMR-modell for nivåer av implementering av digitale verktøy.

Oversatt fra Puentedura (2013)

Det gis her en kortfattet beskrivelse av Puenteduras (2006) SAMR-modell, før jeg redegjør videre for rammeverket til Hadjerrouit (2017). SAMR-modellen (*Substitution, Augmentation, Modification and Redefinition*) trekker frem fire nivåer av IKT integrering i undervisnings- og læringsaktiviteter, fordelt på to hovedkategorier: *ekstrautstyr* og *endring*. På det laveste nivået, *erstatning*, endres ikke oppgaven selv om teknologi blir anvendt. Et eksempel på dette er der blyant og papir blir erstattet med tekstbehandlingsprogrammer. På det neste nivået, *forsterker*, fungerer også teknologi som en erstatter, men tilbyr ulike fordeler. *Modifiserer* utgjør det tredje nivået og kjennetegnes ved en større endring. Dette kan eksempelvis være elevers bruk av graftegnere og skjermopptak for å senere dele sine ideer med medelever. På det siste nivået,

redefinerer, foregår det en omfattende forandring som ikke er mulig foruten teknologi. Dette nivået kan tilknyttes utforskende matematikk med bruk av digitale verktøy, der teknologien gir muligheter til nytenkning og utvikler andre fremgangsmåter. Det kan være utfordrende å forstå hvordan man beveger seg mellom de ulike nivåene i SAMR-modellen. Puentedura (2013a) formulerer derfor følgende spørsmål som kan tydeliggjøre distinksjonen mellom ulike nivåene:

- **Nivå 1. Erstatning:** Hva får jeg ved å erstatte gammel teknologi med ny teknologi?
- **Nivå 2. Forsterkning:** Har jeg tilføyet en forbedring til oppgavens prosess som ikke er mulig med bruk av gammel teknologi?
- **Nivå 3. Modifisering:** hvordan er den originale oppgaven modifisert? Er denne modifikasjonen avhengig av ny teknologi?
- **Nivå 4. Redefinering:** Hva er den nye oppgaven? Vil en del av den originale oppgaven bli beholdt? Hvordan er den nye oppgaven unik ved ny teknologi?

Videre blir begrepene *forsterkning*, *modifisering* og *redefinering* implementert i modellen til Hadjerrouit (2017) på nivået *egenskaper*. Jeg har valgt å ekskludere begrepet erstatter da det ikke gir fordeler eller muligheter, noe som går imot hva oppgaven søker etter. Mine tanker er også at digitale verktøy som erstatter alltid vil gi en form for mulighet eller fordel. Eksempelvis kan det hende at kalkulatoren muligens erstatter penn-og-papir-arbeid, men dette gir samtidig fordeler ved å spare tid. I tabellen nedenfor gis det en oppsummering av teknologiske muligheter ved digitale verktøy som skiller mellom brukervennlighet og egenskaper.

TEKNOLOGISKE MULIGHETER	
Brukervennlighet	Egenskaper
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Letthåndterlig ▪ Navigasjoner ▪ Tilgjengelighet ▪ Nøyaktighet 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forsterke ▪ Modifisere ▪ Redefinere <p style="font-size: small;">*Begreper fra Puentedura (2006)</p>

Tabell 2.3.2-2: *Oversikt over teknologiske muligheter med digitale verktøy*

Pedagogiske muligheter

Pedagogiske muligheter med digitale verktøy fremtrer som et resultat av teknologiske muligheter (Hadjerrouit, 2017; Pierce & Stacey, 2010). Eksempelvis er det ikke mulig å skape utforskende matematikkundervisning med digitale verktøy, dersom verktøyet ikke tilbyr utforskende egenskaper. Et mer konkret eksempel kan rettes mot Geogebra. Det vil ikke være mulig å undersøke vinkler ved geometriske figurer i Geogebra, dersom den dynamiske egenskapen for geometri er fraværende. Som Hadjerrouit (2017) beskriver; jo mer håndterlig et program er, desto større blir grunnlaget for pedagogiske muligheter.

Pedagogiske muligheter med digitale verktøy i matematikk inndeles i tre nivåer (Hadjerrouit, 2017; Pierce & Stacey 2010). Det første nivået betegnes som *elevnivået* og omhandler hvordan digitale verktøy gir pedagogiske muligheter for elevenes læring. Dette kan eksempelvis være utvikling av forståelse gjennom utforskning eller mengdetrening. *Klasseromsnivået* trekker frem hvordan endringer i rollene som elev og lærer påvirker den sosiale dynamikken. Elevsentrert undervisning kan fremstå som et resultat av teknologi implementering der læreren inntreer rollen som tilrettelegger. Nivået beskriver hvordan digitale verktøy bidrar til å endre klasseromsinteraksjonen, noe som kan gi pedagogiske muligheter. Det *matematikkfaglige nivået* omfatter hvorvidt digitale verktøy skaper endringer som muliggjør undervisningsmålet (Hadjerrouit, 2017; Pierce & Stacey, 2010). Et eksempel på dette kan være hvordan digitale verktøy effektiviserer undervisningen, slik at læreren rekker å gjennomgå målet for timen. Målet kan også være å gjennomgå bestemte matematiske emner eller konsept, eksempelvis å løse matematikkoppgaver med graftegner som inngår i digitale ferdigheter fra læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2019). Se oppsummering i tabell 2.3.2-3.

PEDAGOGISKE MULIGHETER

Elevnivå	Klasseromsnivå	Matematikkfaglignivå
<ul style="list-style-type: none">▪ Hvordan IKT gir muligheter for elevenes læringsprosess	<ul style="list-style-type: none">▪ Hvordan IKT endrer elev- og lærerroller, den sosiale dynamikken	<ul style="list-style-type: none">▪ Hvordan IKT bidrar til å nå undervisningens mål og foretrukket metode

Tabell 2.3.2-3: Oversikt over pedagogiske muligheter med bruk av digitale verktøy

2.3.3 SAMMENHENG MELLOM TEORI OG BEARBEIDET MODELL

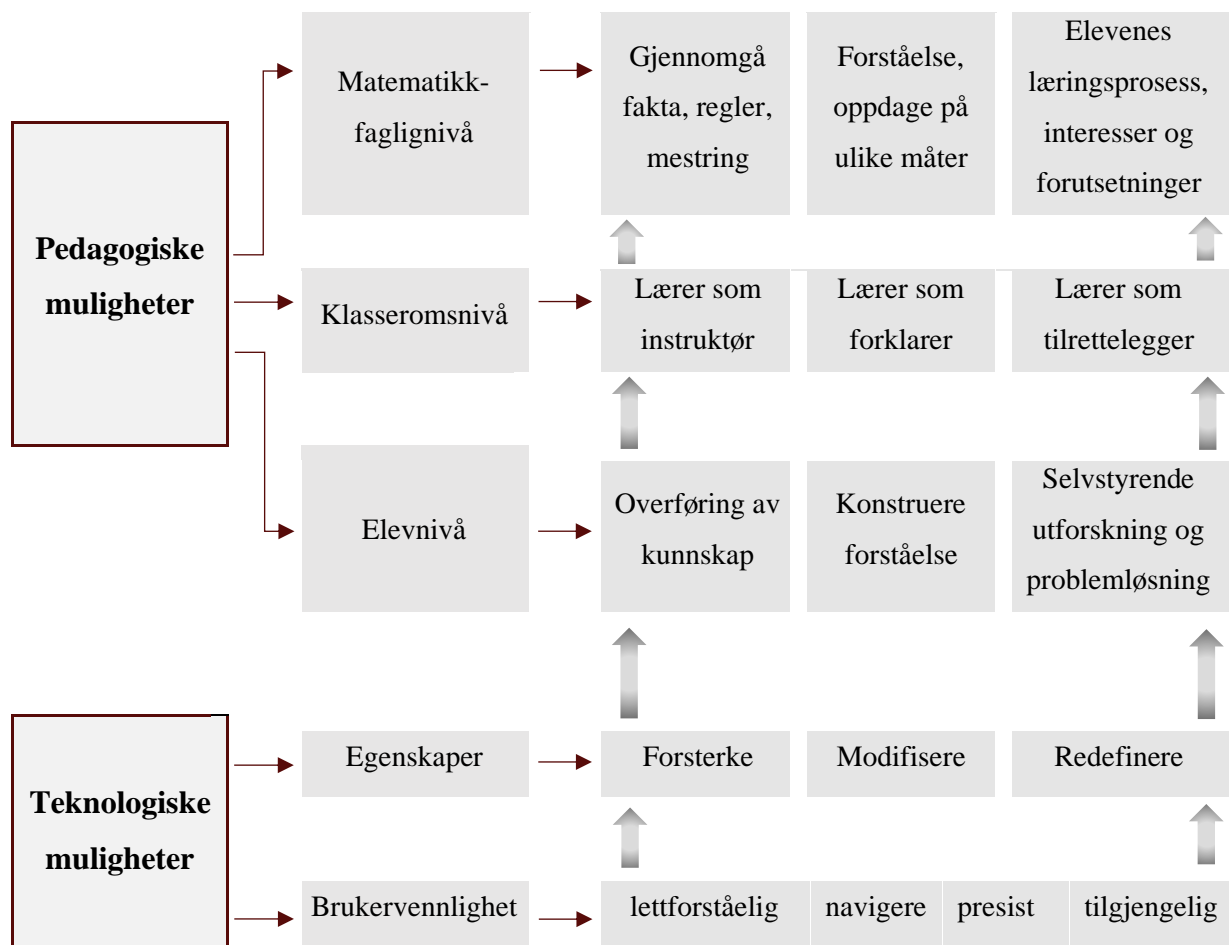
Tidligere i dette kapittelet ble det redegjort for teorien til Ernest (1989) som omhandler læreres oppfatninger om matematikk, undervisning og læring (2.3.1). I forrige delkapittel (2.3.2) ble det vist til Hadjerrouits (2017) rammeverk for pedagogiske og teknologiske muligheter med digitale verktøy i matematikk. Med dette vil jeg beskrive oppgavens teoretiske rammeverk som ble introdusert gjennom modellen i [kapittel 2.3](#).

Det skilles mellom teknologiske og pedagogiske muligheter med digitale verktøy i modellen til Hadjerrouit (2017). Her pekes det på sammenhengen mellom pedagogiske muligheter med teknologi (Hadjerrouit, 2017) og læreres oppfatninger om matematikk, undervisning og læring (Ernest, 1989). Dette innebærer at teknologiske muligheter ikke tas med i sammenligningen. Jeg begynner med å se på det første nivået innenfor pedagogiske muligheter med IKT fra rammeverket til Hadjerrouit (2017). *Elevnivået* omhandler hvorvidt IKT påvirker elevenes læringsprosesser i matematikkundervisningen (Hadjerrouit, 2017). Dette nivået kan sammenlignes med *oppfatninger om læring av matematikk* (Ernest, 1989). Det påpekes her hvordan muligheter ved IKT knyttes til affordance-begrepet, noe som innebærer at mulighetene er oppfattet (perceived affordances) og dermed subjektive. På denne måten kan man tyde en sammenheng mellom oppfatninger om hvordan matematikk *bør* læres, og oppfatninger om muligheter med IKT for elevers læring.

Videre kan *oppfatninger om matematikkundervisning* (Van Zoest et al., 1994; Ernest, 1989) tilknyttes det *matematikkfaglige nivået* (Hadjerrouit, 2017). Læreres oppfatninger om matematikkundervisning omhandler ulike syn på hvordan matematikk *bør* undervises. Dette kan indirekte knyttes til oppfatninger om god matematikkundervisning, noe som er forenelig med Hadjerrouit (2017) sin beskrivelse av det matematikkfaglige nivået. På dette nivået handler det om hvordan digitale verktøy bidrar til å muliggjøre undervisningsmålet og foretrukket undervisningsmetode. *Klasseromsnivået* omhandler den sosiale dynamikken og interaksjonen mellom læreren og elevene i klasserommet (Hadjerrouit, 2017). Ernest (1989) beskriver hvordan lærerrollene *instruktør*, *forklarer* og *tilrettelegger* fremkommer som et resultat av oppfatningen lærere holder om matematikk (instrumentalist, platonisk og problemløser). I likhet med Hadjerrouit (2017), hevder Ernest (1989) at rollene påvirker undervisningen. På denne måten fremstår det en sammenheng mellom klasseromsnivået og ulike lærerroller.

Det har nå blitt undersøkt sammenhenger mellom læreres oppfatninger om matematikk,

undervisning og læring, sammen med handlingsmuligheter med digitale verktøy i matematikk. Modellen som ble introdusert i kapittel 2.3 vil repeteres nedenfor.



Modell 2.3-1: Overordnet rammeverk som analyseverktøy. Basert på Pierce og Stacey (2010), Hadjerrouit (2017), Puentedura (2006) og Ernest (1989).

Modellens design og utforming er inspirert av modellen til Hadjerrouit (2017), da denne anses til å være mer oversiktlig i forhold til modellen av Pierce og Stacey (2010). Modellen illustrerer ulike handlingsmuligheter med digitale verktøy i matematikkundervisning. Det skilles mellom teknologiske muligheter og pedagogiske muligheter (plassert til høyre i modellen). De teknologiske mulighetene skaper fundamentet for de pedagogiske mulighetene, noe som illustreres gjennom pilene med retning oppover i modellen.

Teknologiske muligheter

Brukervennlighet utgjør det første nivået og innebærer blant annet hvordan programvaren eller verktøyet er lettforståelig og tilgjengelig til enhver tid og sted. Foruten dette nivået muliggjøres ikke handlingsmuligheter på det andre nivået, egenskaper (Hadjerrouit, 2017). Eksempelvis vil det ikke være mulig for en elev å tegne grafer (egenskap) i Geogebra dersom vedkommende ikke forstår programmets meny, navigasjonsmekanismer og design. I min modell har jeg implementert begreper fra SAMR-modellen (Puentedura, 2006) for å beskrive tre generelle egenskaper digitale verktøy tilbyr: *forsterker*, *modifiserer* og *redefinerer*. Det påpekes her hvordan et konkret digitalt verktøy kan gi flere muligheter, og ikke er bundet til én mulighet per nivå. Eksempelvis kan en lærer oppfatte Geogebra som modifiserer og redefinerer, noe som gir to muligheter på nivået *egenskaper* innenfor teknologiske muligheter.

Pedagogiske muligheter

Modellen skiller mellom tre nivåer av pedagogiske muligheter med IKT i matematikk (Hadjerrouit, 2017). I min oppgave beskrives nivåene etter prinsipper fra Ernest (1989) og Van Zoest et al. (1994). Det første nivået rettes mot elevers læring ved bruk av digitale verktøy i matematikk. Her har jeg implementert Ernest (1989) sin beskrivelse av ulike oppfatninger om læring i matematikk. Det andre nivået omhandler sosiale forhold i klasserommet (Hadjerrouit, 2017; Pierce & Stacey, 2010). Til å skille mellom ulike kategorier på dette nivået, viser jeg til lærerrollene instruktør, forklarer og tilrettelegger (Ernest, 1989). Rollene tar utgangspunkt i kategoriene instrumentalist, platonisk og problemløser, og gir dermed en indikator på elevenes aktivitet og autonomi i undervisningen (Ernest, 1989). Det siste og øverste nivået i modellen omhandler bruk av IKT som muliggjør undervisningsmål og foretrukket undervisningsformer. Nivået er basert på tre ulike oppfatninger lærere holder om matematikkundervisning (Van Zoest et al., 1994; Ernest, 1989). Fra et instrumentalistisk ståsted vil målet med undervisningen være at elevene skal beherske matematiske prosedyrer, fakta og regler. Dette kan ofte gjenkjennes som tradisjonell undervisning. Et platonisk ståsted tar utgangspunkt i at matematikk er allerede-eksisterende og må oppdages. Når forståelse skal konstrueres, kan variasjon og ulike visualiseringer fremme et slikt mål. Den siste kategorien, problemløser, ser på matematikk som et kulturelt produkt som er skapt av mennesker. Målet med matematikkundervisningen er å fremme elevaktivitet og elevautonomi gjennom utforskende og undersøkende undervisningsformer (Beswick, 2005; Van Zoest et al., 1994; Ernest, 1989).

2.4 SOSIALKONSTRUKTIVISME

I *Constructivism in Mathematics Education* trekker Thompson (2014) frem relevante grunnprinsipper i det sosialkonstruktivistiske læringssynet. Tilnærmingen preger oppgaven og vil derfor kort redegjøres i foregående del.

I henhold til skole og undervisning skilles det mellom to hovedkategorier for konstruktivisme. *Radikalkonstruktivisme* bygger på ideen om at elever konstruerer kunnskap aktivt. Kognisjon er adaptivt og gir organisering av den eksperimentelle verden, og omhandler dermed ikke oppdagelse av ontologisk realitet (Glaserfeld, 1989, referert av Thompson, 2014, s. 98). Thompson (2014) henviser videre til Glaserfeld (1989, s. 10) som beskriver hvordan kognisjon alene har ansvaret for strukturer en organisme forsøker å forstå. Dette innebærer at læring konstrueres aktivt, men gjennom individuelle kognitive prosesser. *Sosialkonstruktivisme* tar utgangspunkt i hvordan menneskers historie og kultur kontinuerlig endrer seg og skaper individuell kunnskap. Vygotsky (1978 referert av Thompson, 2014) vektlegger betydningen av miljøet og kulturen i barns læring og utvikling, noe som gjør teoretikeren til en sentral talsmann innenfor sosialkonstruktivisme. Barns kulturelle utvikling starter på det sosiale nivået, etterfulgt av det individuelle. Dette innebærer at læring først finner sted i samspill mellom mennesker, før de individuelle strukturene oppstår. Piaget og Glaserfeld (1974 referert av Thompson, 2014), som også er sentrale teoretikere innenfor konstruktivismen, skiller seg fra Vygotsky (1978) om hvordan kunnskap oppstår i sosial interaksjon. Alle tre vil hevde at mening har røtter i samfunnet, men Piaget og Glaserfeld vektlegger læring gjennom individuelle strukturer fremfor sosial interaksjon (Thompson, 2014, s. 98).

Thompson (2014) henviser videre til Ernest (1991; 1989) som introduserte begrepet sosial konstruktivisme i undervisning av matematikk. Teorien til Ernest (1989) utpeker seg i denne oppgaven og utgjør en fundamental rolle i forståelsen om læreres matematikdidaktiske oppfatninger. Ernest (1991; 1989) skiller mellom to begreper av sosial konstruktivisme i undervisning av matematikk. Den første har opphav fra radikalkonstruktivistisk tilnærming og redegjør for menneskelig samhandling i lys av gjensidig tolkning og tilpasning. Den andre kategorien bygger på Vygotskys prinsipper om kulturell regenerering, og introduserer ideen om matematisk objektivitet som et sosialt konstrukt. Sistnevnte beskrives om å sammenkoble subjektiv og objektiv kunnskap i en syklus der alle deltar og bidrar til fornyelse eller skapelse av hverandres kunnskap (Ernest, 1991, s. 43).

Tydelige distinksjoner mellom de to kategoriene kan beskrives ved ulike meninger om sannhet og objektivitet, derav også til kildene disse inngår i. Radikal konstruktivisme har sterke meninger om at barn har matematiske realiteter som ikke overlapper voksne menneskers matematikk. En slik form for konstruktivisme kan tilknyttes den platonske oppfatningen som ble nevnt i kapittel 2.3.1. Støttespillere av sosialkonstruktivismen stiller seg kritisk til fokuset om hvordan forståelsen oppstår individuelt hos eleven. Dersom elever konstruerer forståelse og mening gjennom individuelle mentale prosesser, hva er det da læreren forsøker å få til i klasserommet? Hensikten er samtidig ikke å fremme ideen om at læreren overfører kunnskap til elevene, tvert imot bygger sosialkonstruktivismen på ideen om at forståelsen skapes i samspillet mellom læreren og elevene (Howe & Berv, 2000 referert av Thompson, 2014, s. 100). Sosiale aspekt utgjør et viktig fundament i elevers læring, noe som muliggjøres gjennom utforskning og refleksjon i samarbeid med medelever og lærer.

Konstruktivisme har gjort seg gjeldende i store deler av dette kapittelet, noe som blant annet inngår blant annet i elevsentrert undervisning og utforskende matematikkaktiviteter. Det har også blitt redegjort for hvordan teknologi kan skape gode forutsetninger for elevers læring som er forenelig med sosialkonstruktivisme. Læreres oppfatninger, både om matematikkundervisning og digitale verktøy, er også blitt tilknyttet det konstruktivistiske læringssynet. Det har samtidig blitt pekt på undervisningsmetoder og oppfatninger som peker på andre retninger og tilnærminger til undervisning og læring. Videre i oppgaven vil jeg redegjøre for studiens forskningsmetode.

3 METODE

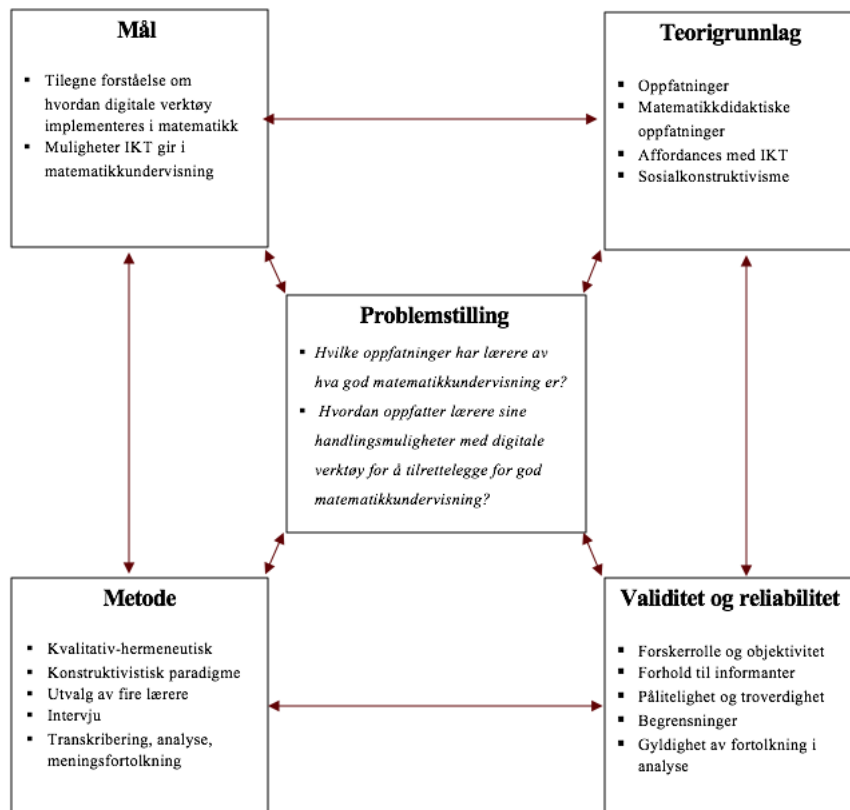
Fokuset i denne studien er rettet mot læreres oppfatninger om muligheter digitale verktøy kan gi matematikkundervisning, med vektlegging av oppgaver, klasseromsinteraksjon og undervisningsmål. Kvalitative intervjuer med fire matematikklærere danner grunnlaget for datamaterialet i denne studien. Under intervjuene fikk lærerinformantene uttrykt detaljerte og utdypende beskrivelser om god matematikkundervisning og digitale verktøy. I følgende kapittel vil jeg redegjøre og begrunne for de metodiske valgene som ble tatt for å besvare og diskutere studiens problemfokus. Jeg vil begynne med å redegjøre for valg av metode (3.1), der det gis et overblikk over metodologiske og teoretiske rammer rundt forskningsarbeidet. Deretter redegjøres det for utfyllende beskrivelser om valg av metode, utvalg og gjennomføring av datainnsamling (3.2). Fasen i forskningsprosessen som omfatter bearbeiding og analyse av datamaterialet utdypes i delkapittelet analysestrategi (3.3). Avslutningsvis i kapittelet reflekterer jeg rundt studiens kvalitet (3.4) og etiske betraktninger (3.5).

Før jeg starter metodekapittelet vil jeg nevne hvordan deler av datainnsamling og analyse foregikk i samarbeid med medstudent Joel Saxegaard. I enkelte deler av teksten brukes derfor pronomen «vi» i stedet for «jeg», da det føles mer naturlig i lys av vårt samarbeid.

3.1 VALG AV METODE

Et forskningsdesign kjennetegnes som en grovskisse eller plan på hvordan man skal gå frem for å nå målet med studien (Thaagard, 2009). En tydelig og klar problemstilling utgjør en viktig betydning for å utforme et gunstig forskningsdesign (Kvale & Brinkmann, 2009). Gjennom forskningsprosessen har jeg opplevd behov for å endre studiens problemstilling, noe som også har skapt utfordringer for resten av innholdet i forskningsdesignet. Samtidig har målet alltid vært å undersøke læreres oppfatninger om matematikkundervisning, og hvordan digitale verktøy inngår i lærernes pedagogiske perspektiver. Et slikt fokus bygger på en intensjon om å beskrive og tolke læreres opplevelser og erfaringer. Dette er forenlig med kvalitative forskningsstrategier som søker etter mening og detaljerte beskrivelser av datamaterialet. Blant samfunnsvitenskapens to forskningsmetoder, anser jeg derfor den kvalitative metoden til å være mest aktuell for min forskning.

En oversikt av studiens forskningsdesign blir illustrert med utgangspunkt i Maxwells (2013) modell som består av fem deler: *mål*, *problemstilling*, *teorigrunnlag*, *metode*, og *validitet og reliabilitet* (figur 3.1-1).



Figur 3.1-1: Studiens forskningsdesign etter modell av Maxwell (2013)

Strukturen på metodekapittelet kan gi inntrykk av en lineær forskningsprosess. I denne studien opplevde jeg derimot å bevege meg frem og tilbake mellom de ulike fasene i forskningsprosessen. På bakgrunn av dette anser jeg Maxwells (2013) modell som hensiktsmessig for å illustrere den komplekse oppbyggingen av planen på forskningen.

Studios *problemstilling* er plassert i midten av modellen (figur 3.1-1) og påvirker de andre delene i forskningsdesignet. Samtidig blir også problemstillingen påvirket tilbake, der for eksempel *validitet og reliabilitet* bidrar til å belyse relevante og gyldige forskningsfunn. I denne studien har jeg særlig vært bevisst over min rolle som forsker og hvordan mine erfaringer og forforståelse påvirker resultatene. Dette skaper forholdet mellom *metode* og *validitet og reliabilitet*. Eksempelvis anser jeg hermeneutiske fortolkningsprinsipper til å være gunstig i

analysen, ettersom bevisstgjøring av forforståelse og fordommer vektlegges. Å gjennomføre kvalitative intervjuer er også påvirket av validitet og gyldighet, der jeg søker etter rike beskrivelser fra lærerinformantene. Valg av metode er også naturligvis basert på å nå *målet* med studien. Gjennom forskningsprosessen har jeg forsøkt å være bevisst i metodevalgene og hvordan de bidrar til å belyse studiens mål og problemfokus. På hvilken måte kan kvalitative intervjuer bidra til å skape forståelse om hvordan digitale verktøy blir implementert i matematikkundervisning? Er fire informanter tilstrekkelig for å belyse studiens problemfokus? Hvordan vil en hermeneutisk meningsfortolkning fremme lærernes faktiske oppfatninger? Til slike spørsmål spiller også *teorigrunnlaget* en sentral betydning. Forskning som omhandler menneskers oppfatninger er ofte utfordrende å gjennomføre, og krever at forskeren tilegner seg kunnskaper om menneskers affekt. Jeg har derfor gjennomgått en omfattende mengde litteratur om læreres oppfatninger og hvordan de påvirker deres undervisningspraksis. Dette skaper broen mellom teorigrunnlaget og reliabilitet og validitet. Teoretisk analyseverktøy har også blitt vurdert i lys av gyldighet. Videre i delkapittelet gis det utdypende beskrivelser rundt studiens kvalitative tilnærming og vitenskapsteoretiske perspektiv. Reliabilitet og validitet blir også gjort rede for senere i kapittelet.

3.1.1 KVALITATIV HERMENEUTISK TILNÆRMING

Samfunnsvitenskapen omfatter forskning som undersøker ulike forhold i samfunnet, og tilknyttes menneskers liv og relasjoner (Grønmo, 2016). Denne studien omhandler forskning som undersøker forhold og virksomheter i skolen, og går derfor under samfunnsvitenskapelig metode. Studien har en kvalitativ tilnærming til datainnsamling og analyse, noe som innebærer et mindre omfang, men mer detaljerte beskrivelser på datamaterialet. Denne tilnærmingen har vært betydningsfull for å kunne beskrive læreres komplekse oppfatninger.

Innenfor kvalitativ forskningsmetode (Postholm, 2010) befinner jeg meg i den *fenomenologiske* retningen med vektlegging av hermeneutikk. Det fenomenologiske perspektivet synliggjøres ved studiens problemstilling som setter læreres oppfatninger i fokus. Et kjent prinsipp ved fenomenologiske studier er å undersøke menneskers perspektiver av et bestemt fenomen, slik de opplever det (Kvale & Brinkmann, 2009, s. 45). Oppgavens problemstilling setter ikke krav til bruk av et spesifikt digitalt verktøy, da det søkes etter åpne og frie beskrivelser fra lærerne. Kvalitative intervjuer utgjør den vanligste formen for datainnsamling i fenomenologiske studier (Postholm, 2010, s. 43). *Hermeneutikk* preger studiens kvalitative tilnærming ved fortolkning

av fenomenene som undersøkes (Gilje & Grimen, 1993, s. 143). Den hermeneutiske tilnærmingen fremkommer i denne studien da jeg forsøker å forstå lærernes oppfatninger om matematikkundervisning og digitale verktøy, basert på deres subjektive opplevelser og erfaringer. Videre i oppgaven vil jeg derfor referere til studiens metode som kvalitativ-hermeneutisk.

Hermeneutikk er læren om tolkning og utgjør derfor en relevant betydning for kvalitativ forskning som vektlegger forståelse og fortolkning av fenomener (Dalen, 2011). Fortolkning utgjør også en vesentlig del av samfunnsvitenskapelige fag, der tolkningen ikke bare foregår i arbeid med analyse av datamaterialet (Gilje & Grimen, 1993; Postholm, 2010). I denne oppgaven vil fortolkningsanalysen forsøke å se forbi den umiddelbare meningen som fremkommer i det transkriberte tekstmaterialet. Her blir forståelse og tolkning av enkeltdeler utvidet for å tilegne mening (Lægreid, Skorgen & Hagen, 2014, s. 10). *Den hermeneutiske sirkel* blir gjeldende i fortolkningsarbeidet, der jeg forsøker å tilegne forståelse av *delene* i lys av *helheten*, og motsatt: forståelse av helheten oppnås gjennom forståelse av delene. Eksempelvis har jeg forsøkt å tolke lærerinformantenes oppfatninger om god matematikkundervisning (helheten) ut ifra elevaktivitet, læring og matematikkoppgaver (delene). Ifølge hermeneutikken er det samtidig en grense for mine forståelsesmuligheter (*horisont*) om lærernes oppfatninger. Gyldig forståelse skjer når jeg klarer å sammensmelte min forforståelse til denne grensen, i en såkalt *horisontsammensmelting* (Kjørup, 2008).

Kvale og Brinkmann (2015, s. 74) henviser til Gadamer (1975) som er berømt for å vektlegge mennesker fordømmer i prosessen med å skape forståelse. Som utdannet grunnskolelærer i matematikk og snart ferdig utdannet lektor, holder jeg tanker og ideer om god matematikkundervisning og IKT. Etterhvert som jeg bevegde meg lengre ut i forskningsprosessen, opplevde jeg samtidig endringer i disse tankene. Gjennomgang av forskningslitteratur, teori og diskusjoner med medstudent har beriket og endret min forforståelse. Dette har også resultert i forskningens frem-og-tilbake-prosess som ble nevnt tidligere i dette kapittelet. I lys av hermeneutiske fortolkningsprinsipper, har jeg forsøkt å være bevisst i hvordan mine fordømmer og forforståelse påvirker tolkning av datamaterialet. For å unngå forskningsfunn som er preget av mine personlige meninger og erfaringer, ser jeg et teoretisk analyseverktøy som hensiktsmessig og nødvendig. Dette vil også styrke objektivitet i forskningen, der teori kan bidra til at andre ville funnet de samme resultatene som presenteres i denne studien.

3.1.2 VITENSKAPSTEORETISK PERSPEKTIV

Denne studien har et *konstruktivistisk* paradigme, noe som innebærer at kunnskap oppfattes som en konstruksjon av forståelse gjennom sosial interaksjon. Ifølge Postholm (2010) eksisterer det et tett forhold mellom kvalitative forskningsstrategier og et konstruktivistisk paradigme. Dette forklares med hvordan datainnsamling i kvalitativ forskning ofte omfatter et nært samarbeid mellom forsker og deltaker. Ideen om at kunnskap skapes mellom mennesker kommer dermed tydelig frem, og samsvarer i stor grad med et konstruktivistisk paradigme. Mine tanker er at lærere konstruerer kunnskap og forståelse om matematikkundervisning og digitale verktøy gjennom sosiale og individuelle mentale prosesser. I forskningsøyemed vil dette innebære at jeg ikke har forsøkt å «finne» kunnskapen «der ute», slik som ofte er tilfellet med positivistiske paradigmer. Oppgaven min forsøker heller å beskrive og tolke læreres oppfatninger for å tilegne kunnskap om hvordan IKT implementeres i matematikkundervisning.

Studiens ontologiske ståsted tar utgangspunkt i at menneskers oppfatninger er subjektive og konstruerer sin egen virkelighet (Postholm, 2010). Lærernes oppfatninger kan derfor ikke generaliseres, men beskrives. Her utgjør studiens paradigme en betydning på refleksjoner rundt valg av metode for datainnsamling og analyse. Den fenomenologiske tilnærmingen belyser hvordan læreres oppfatninger er subjektive og må forstås gjennom deres egne beskrivelser og opplevelser. Kvalitative intervjuer utgjør den mest aktuelle metoden for datainnsamling til å undersøke fenomener. Hermeneutikken er relevant i lys av et konstruktivistisk paradigme, der fenomen kan forstås og tolkes på ulike måter (Hatch, 2002, s. 15). I tråd med et konstruktivistisk paradigme, vil man derfor ikke tilegnes en objektiv eller absolutt sannhet over de fenomenene som undersøkes.

3.2 UTVALG OG KONTEKST

Det finnes intet fasitsvar på hvor mange informanter som bør delta i kvalitative undersøkelser. Et godt utgangspunkt er å velge det laveste tallet som er tilstrekkelig for å belyse målet med studien (Postholm, 2010, s. 43). I fenomenologiske studier er ofte antall informanter betydelig mindre sammenlignet med andre forskningstilnærminger. Dette begrunnes med hvordan fenomenologi ofte medfører en kompleks og omfattende prosess med datainnsamling og analyse. Postholm (2010) beskriver derfor hvordan et tall mellom 1-3 deltakere er

hensiktsmessig for å unngå utfordringer i forskningsprosessen. Ettersom det foregikk et samarbeid om datainnsamling i denne studien, ble det samtidig mulig å øke tallet på antall informanter. Til slutt endte vi opp med et utvalg på 5 lærerinformanter som underviser matematikk på ulike klassetrinn.

Når et fenomen skal undersøkes gjennom menneskers egne beskrivelser og opplevelser, vil det være en viktig forutsetning at informantene har kjennskap til fenomenet. Utvalget i denne studien kan derfor beskrives som *hensiktsmessig* eller formålstjenlig (Cohen, Morrison & Manion, 2007; Postholm, 2010). Lærerne ble forhåndsbestemt i lys hvordan de kunne bidra til å gi relevant datamateriale. Alle informantene som deltok i denne studien har lærerutdanning og underviser matematikk på ulike klassetrinn. Lærerne har ulik grad av undervisningserfaring i skolen, som varierer med alt fra 2-17 år. Minimumskrav på 2 år undervisningserfaring ble stilt fordi vi ønsket å intervjuere lærere som har kjennskap til skolens rammer og tilgang på digitale verktøy. Krav om videreutdanning ble ikke stilt, men heller ansett som en interessant innfallsvinkel til å drøfte forskningsresultater. Det samme gjelder lærernes interesse og engasjement for IKT i matematikkundervisning. Selv om dette ikke ble utformet som et krav, så vi potensialet med å skape rike diskusjoner. Vi søkte også etter informanter med stor vilje til å uttrykke tanker og refleksjoner rundt matematikkundervisning og IKT. Dette medførte fordeler under de kvalitative intervjuene, der vi sjeldent opplevde korte besvarelser fra informantene. Det er blitt gitt fiktive navn til lærerinformantene for å bevare deres anonymitet. I tabellen (3.2-1) nedenfor gis det en oversikt over utvalget.

Fiktivt navn	Arbeidserfaring	Videreutdanning
Anna	17 år	Ja
Bjørn	16 år	Ja
Christina	2,5 år	Ja
Diana	16 år	Nei

Figur 3.2-1: *oversikt* over lærerinformantene

Etter å ha utformet kriterier til utvalget, gjenstod det bare å innhente dem. En e-post med en beskrivelse av studiens tema og formål ble tilsendt ulike matematikklærere på skoler i Bergen kommune. Arbeidet med å innhente lærerinformanter ble opplevd som en bremse i forskningsprosessen, da det viste seg å være mer utfordrende enn forventet. Etterhvert som vi nådde frem til fem lærere, kunne vi starte prosessen med datainnsamling. I de neste avsnittene

vil jeg redegjøre for hvordan datamaterialet ble planlagt og innsamlet.

3.3 DATAINNSAMLING

I kvalitativ forskning opereres det vanligvis med observasjon eller intervju som metode for datainnsamling (Christoffersen & Johannessen, 2012). I denne studien ble det valgt å benytte kvalitative intervjuer til å samle inn datamateriale, da det ofte er utfordrende å observere menneskers følelser og tanker (Christoffersen & Johannessen, 2012). Intervjuet skaper et godt utgangspunkt for å undersøke menneskers oppfatninger (Cohen et al., 2007), noe som er relevant i lys av oppgavens problemfokus. Som tidligere nevnt i dette kapittelet (3.1.2), har også studiens vitenskapsteoretiske perspektiv preget valg av metode for datainnsamling. Intervjuet skaper gode forutsetninger for å innhente data om individers subjektive oppfatninger og forståelse om et fenomen (Thagaard, 2009). Mine tanker er derfor at kvalitative intervjuer vil bidra til å belyse studiens problemfokus om hvordan IKT skaper muligheter for god matematikkundervisning. Før det blir gjort rede for planlegging og gjennomføring av datainnsamling, vil jeg først gi en utdypende beskrivelse av metoden.

3.3.1 SEMI-STRUKTURERT INTERVJU

Kvale og Brinkmann (2009) skiller mellom tre kategorier av det kvalitative forskningsintervjuet: *ustrukturert*, *semi-strukturert* og *strukturert*. På bakgrunn av studiens kvalitativ-hermeneutiske tilnærming ble det valgt å operere med et semi-strukturert intervju. På denne måten blir det mulig å beholde studiens tematikk og rammer, samtidig som det er rom for åpenhet og frie beskrivelser fra informantene. Det argumenteres for hvordan et strukturert eller ustrukturert intervju ikke ville gitt tilstrekkelig datamateriell til denne studiens formål. Studien søker etter læreres oppfatninger om god matematikkundervisning og handlingsmuligheter med digitale verktøy, basert på deres egne beskrivelser og erfaringer. Ved strukturerte intervjuer vil det være lite rom for åpne spørsmål og uventede besvarelser, noe som går imot studiens problemfokus. På den andre siden ville et ustrukturert intervju gitt motsatte implikasjoner. Selv om jeg ser muligheter og nytteverdi med fullstendig åpenhet, vil det likevel være behov for en delvis struktur. Et intervju uten struktur kan fort føre til innsamling av et datamateriale som går utenfor studiens rammer og begrensninger. I tillegg utgjør en delvis struktur også en viktig betydning i denne studien, da det foregikk et samarbeid om

datainnsamling med medstudent. Intervjuguiden skulle omfatte spørsmål som tilknyttes hver våre ulike problemstillinger, der en delvis struktur bidrar til å opprettholde våre krav om innhold. Dette anser vi som nødvendig ettersom intervjuene skulle gi tilstrekkelig nok datamateriale til to ulike problemstillinger.

3.3.2 UTFORMING AV INTERVJUGUIDE

Gjennom åpne spørsmål i det semi-strukturerte intervjuet fikk lærerinformantene mulighet til tale fritt med egne eksempler og beskrivelser. Samtidig ble det sørget for at intervjuguiden inneholdt lukkede og strukturerte spørsmål for å beholde retningen i intervjuet (Kvale & Brinkmann, 2015). På denne måten unngikk vi også å mangle spesifikt og nødvendig datamateriell hos de ulike informantene. Tema og spørsmål i intervjuguiden ble nøye diskutert med medstudent for å sikre at vi begge fikk utbytte av intervjuguiden. Vi valgte til slutt å inndele intervjuguiden i fem ulike tema: *matematikk*, *IKT*, *læreplan*, *argumentasjon* og *flerspråklighet*. Gjennom det første temaet, *matematikk*, var målet å undersøke lærerinformantenes oppfatninger om matematikkundervisning og læring. Temaet *IKT* tilknyttes studiens problemfokus om å undersøke læreres oppfatninger om handlingsmuligheter med digitale verktøy i matematikk. Spørsmålene innen dette temaet er formulert for å gi innsikt i lærernes erfaringer og tanker rundt digitale verktøy. Det ble også inkludert spørsmål om lærernes interesse og engasjement for IKT i denne delen. Under temaet *læreplan* ble det formulert spørsmål med hensikt om å undersøke læreres oppfatninger om IKT sin rolle i læreplanen som trer i kraft høsten 2020. Her fikk også lærerne mulighet til å uttrykke muligheter og utfordringer ved bruk av IKT i matematikkfaget. I denne studien har jeg anvendt datamateriale fra de tre første temaene, da det er disse som utgjør relevans for min problemstilling. Temaene *argumentasjon* og *flerspråklighet* vil dermed ikke utdypes videre i denne oppgaven, da disse er rettet mot problemstillingen til min medstudent.

Jeg ønsker å uttrykke bevissthet over formuleringen av enkelte spørsmål i intervjuguiden, særlig tilknyttet temaet som omhandler IKT. Eksempelvis ble det ikke formulert direkte spørsmål om læreres bruk av IKT i matematikkundervisning og læring. I tråd med fenomenologiske prinsipper, ønsket vi at dette skulle komme naturlig for lærerinformantene. For oss var det viktig at lærerne ikke besvarte spørsmål til bruk av IKT som er basert på hva som er «rett eller galt». Derimot ønsket vi at undersøke oppfatninger om matematikkundervisning og IKT slik de fremkommer naturlig hos informantene. I tabellen nedenfor gis det en oppsummering på

innholdet i intervjuguidens tre ulike tema.

Tema	Beskrivelse og hensikt
1. Matematikk	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oppfatninger om matematikkens natur, undervisning og læring ▪ Åpne spørsmål som bidrar rike beskrivelse ▪ Forhåndsbestemte og spontane oppfølgingsspørsmål
2. IKT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oppfatninger om IKT i undervisning og læring av matematikk ▪ Strukturerte spørsmål danner overgang fra tema 1. Matematikk ▪ Spørsmål om IKT som lærerinformantene kan tilknytte sin hverdag
3. Læreplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Endringer i fagfornyelsen ▪ utfordringer og muligheter ▪ Dagsaktuelle spørsmål

Figur 3.3.2-1: Tema i intervjuguiden (se vedlegg II)

3.3.3 GJENNOMFØRING AV DATAINNSAMLING

Intervjuene fant sted på lærernes arbeidsplass og varte mellom 30-45 minutter med hver informant. På forhånd av intervjuene fikk lærerne tilsendt en e-post med samtykkeskjema og forskningsprosjektets tema og hensikt. Kvale og Brinkmann (2015) belyser retningslinjer om forskningsetikk og anonymitet i intervju. Vi valgte å starte intervjuene med en kortfattet gjennomgang av lærernes rettigheter og anonymitet, sammen med å forsikre tillatelse fra informantene om å ta lydopptak. Informantene ble også bekjent med at lydopptakene ville plasseres i Høgskolens lagringssystemer. Videoopptak ble ikke ansett som nødvendig da kroppsspråk eller dokumentasjon av settingen på intervjuet ikke ble vurdert som relevant datamateriale for våre problemstillinger.

Til hvert intervju vekslet medstudent mellom rollene som intervjuer og assistent. Rollen som intervjuer påtok ansvaret for utspørring og flyt i samtale, mens rollen som assistent tok notater og fulgte med på tid og oppfølging av intervjuguide. Rollen som intervjuer og assistent ble byttet på fra intervju til intervju for å sikre et rettferdig samarbeid om datainnsamling.

De to første temaene i intervjuguiden utgjorde størst del av tiden på intervjuene. Dette blir viktig å understreke da intervjuguiden kan gi inntrykk av at vi fordelte tiden likt mellom de fem ulike temaene. I temaet matematikk ble lærerne stilt åpne spørsmål om matematikk, læring og undervisning. Vi opplevde at lærerne gav omfattende besvarelser til spørsmålene, noe som medførte lite behov for å bygge på tilleggsspørsmål. I denne prosessen foregikk det også tolkning av datamaterialet. Postholm (2010) skiller mellom analyse av data gjennom og etter fullført datainnsamling. I dette tilfellet tilknyttet analyse som foregår gjennom datainnsamlingen de tolkninger som ble gjort for å stille tilleggs- eller oppfølgingsspørsmål. I lys av hermeneutiske fortolkningsprinsipper var vi observant på våre forforståelser for å skape gode tilleggsspørsmål der det fremkom som nødvendig.

Å stille gode oppfølgingsspørsmål ble ansett som en viktig forutsetning for å unngå misforståelser eller feiltolkninger i senere analyse av datamateriale. Gjennom oppfølgingsspørsmål kunne lærerinformantene eksempelvis bekrefte eller avkrefte vår forståelse av deres ytringer. Til dette kan det trekkes paralleller med horisontsammensmelting fra hermeneutikken (Kjørup, 2008), som ble beskrevet tidligere i dette kapitlet. Ved å forsikre at lærernes utsagn er forstått korrekt, vil grensen mellom mine forståelsesmuligheter om lærernes oppfatninger føres et skritt nærmere horisontsammensmeltingen. Kvale og Brinkmann (2015, s. 170) beskriver også hvordan taushet kan fungere som oppfølgingsspørsmål, da dette ofte er nok til at informantene utdyper sine besvarelser. Vi opplevde informantene som svært engasjert i å dele sine tanker og opplevelser, der korte besvarelser sjeldent var tilfellet.

3.4 ANALYSESTRATEGI

En *fortolkningsprosess* foregikk gjennom hele forskningsarbeidet, fra utforming av spørsmål i intervjuguide til gjennomføring av datainnsamling. I dette delkapitlet redegjøres det for den formelle og bevisste tolkningsprosessen som foregikk etter at datamaterialet var innsamlet. De semi-strukturerte intervjuene ble analysert gjennom en mer omfattende og kompleks prosess, der målet var å tilegne forståelse av lærernes oppfatninger. I lys av studiens hermeneutiske tilnærming har det blitt valgt en analysestrategi som vil være hensiktsmessig i fortolkning av lærerinformantenes oppfatninger. Her vil jeg starte med å beskrive hvordan rådata er klargjort og transkribert til videre analyse. Analyseprosessen redegjøres etterfulgt av en beskrivelse på hvordan det *overordnede* rammeverket ble anvendt som teoretisk analyseverktøy

3.4.1 TRANSKRIBERING

Forberedelse og klargjøring til analysen startet med å transkribere de kvalitative intervjuene. Totalt ble 5 intervjuer i form av 30-45 minutters lange lydfiler omgjort til tekstmateriale. Arbeidet med transkribering ble fordelt likt mellom meg og medstudent, og gjennomført samme dag som intervjuene fant sted. Lydfilene var av god kvalitet og gav ingen utfordringer med å gjennomføre transkriberingen.

Kvale og Brinkmann (2015, s. 207) beskriver hvordan det ikke finnes noen fasitsvar på hva som utgjør en korrekt transkribering. En regel som derimot gjelder for alle, er å gi en tydelig beskrivelse på hvordan transkriberingen er utført. Det ble valgt å bestemme forhåndsregler for å unngå misforståelser eller feiltolkninger av hverandres transkripsjoner. Eksempelvis ble det formulert regler for hvordan pauser eller stillhet under intervjuene skulle transkriberes. Kortere pauser med stillhet som forekom før, etter eller underveis i informantens besvarelser, ble uttrykt med transkripsjonen «...». Lengre pauser eller stillhet som førte til at intervjuer så behov for å gå videre eller stille nye spørsmål, ble uttrykt med «*stille*» i teksten. Jeg ønsker her å understreke forskjellen mellom transkripsjonene «...» og «(...)». Sistnevnte vil anvendes i denne oppgaven når jeg gjengir eksempler fra informantenes besvarelser som ikke er fullstendige.

Ord og uttrykk i form av «eh», «hm» og lignende er inkludert i transkriberingen. Latter og «sukk», eller det Kvale og Brinkmann (2015, s. 208) beskriver som intonasjonsmessige understrekninger og følelser, ble til en viss grad inkludert. Anførselstegn utgjorde også en viktig regel, hvor flere av lærerinformantene ofte uttrykte eksempler på hva elever eller dem selv har sagt, uten å tydeliggjøre dette. Flere av transkripsjonsnøkklene vises i eksempel 4.3.1-1 nedenfor.

Informant: ...også kan jo jeg gi oppgaver direkte i Classroom, sant. Hvis jeg finner en eller annen eksamensoppgave, så kan jeg ta bilde av den, legge den ut, «nå skal dere gjøre den oppgaven»... jeg kan lage ferdig arbeidsopplegg til de, slik at de selv ser hva de skal gjøre (...)

Boks 3.4.1-1: *Utdrag fra transkripsjon av intervju.*

Informanten i eksempelet ovenfor reflekterte rundt ulike muligheter ved å anvende IKT i matematikkfaget. Bruk av «...» illustrerer hvordan det ble tatt pauser gjennom besvarelsen. Anførselstegn ble uttrykt der informanten siterte seg selv i en tidligere undervisningstime.

Ettersom eksempelet ikke utgjør hele besvarelsen til informanten, er dette markert ved transkripsjonen «(...)». Se vedlegg III for en fullstendig beskrivelse av transkripsjonsnøkkel.

3.4.2 ANALYSEVERKTØY

Analyseverktøyet består av det overordnede rammeverket presentert i kapittel 2.3.3. Basert på studiens problemstilling, består rammeverket av teori som omfatter 1) *læreres oppfatninger om matematikkundervisning* og 2) *læreres oppfatninger om muligheter ved digitale verktøy*. Ved å sammenkoble teoriene tilknyttet dette, blir det mulig å belyse problemstillingen; hvordan lærere oppfatter muligheter ved å anvende IKT i lys av deres pedagogiske tilnærminger til matematikkundervisning.

Til å identifisere informantenes oppfatninger om matematikkundervisning benyttes Ernest (1989) sine tre kategorier: *instrumentalist*, *platonisk* og *problemløser*. Ernest (1989) argumenterer for hvordan kategoriene også uttrykkes i lærernes oppfatninger om matematikkens natur og læring av matematikk (Van Zoest et al., 1994; Beswick, 2005). Læreres oppfatninger om muligheter ved digitale verktøy i matematikkundervisning kan analyseres ved hjelp av modellen til Hadjerrouit (2017), videreutviklet av rammeverket til Pierce og Stacey (2010). Modellen skiller mellom to kategorier for ulike muligheter ved bruk av digitale verktøy: *Teknologiske og pedagogiske muligheter*. Det er i modellens kategori *pedagogiske muligheter* det foregår en sammenkobling mellom Hadjerrouit (2017) og Ernest (1989) sine tre kategorier av oppfatninger. For å forklare dette nærmere vil jeg gjennomgå de tre nivåene innenfor kategorien pedagogiske muligheter, samt vise til eksempler på disse.

Pedagogiske muligheter ved digitale verktøy starter på *elevnivået* (Hadjerrouit, 2017; Pierce & Stacey, 2010). Nivået beskriver hvordan elevene får muligheter ved å anvende digitale verktøy i møte med matematiske oppgaver eller problemer. Til dette kan vi anvende Ernest (1989) sine tre kategorier som tilknyttes *læring av matematikk*. Eksempelvis beskriver Hadjerrouit (2017) hvordan elevnivået kan innebære mengdetrening og pugging av matematiske oppgaver ved hjelp av IKT. Eksempelet kan også uttrykkes med Ernest (1989) sin kategori *instrumentalist*, der læring foregår som passiv mottakelse av kunnskap. Videre kan elevene også lære gjennom utforskning i møte med digitale verktøy (Hadjerrouit, 2017; Pierce & Stacey, 2010). Dette samsvarer med en oppfatning om læring av matematikk gjennom Ernest (1989) sin kategori *problemløser*.

Det neste nivået innenfor pedagogiske muligheter er *klasseromsinteraksjonen* (Hadjerrouit, 2017). I tabellen til Beswick (2012) redegjøres det for hvordan Ernest (1989) sine kategorier uttrykkes i læreres oppfatninger om matematikkens natur, undervisning og læring. Her beskrives det ikke eksplisitt hvordan kategoriene resulterer i klasseromsinteraksjonen. Foruten å tolke dette, har Ernest (1989) redegjort for lærerroller i lys av de tre kategoriene instrumentalist, platonisk og problemløser. Med å implementere Ernest (1989) sine lærerroller i modellen til Hadjerrouit (2017) bevares fortsatt kriteriene på *klasseromsnivået*, samtidig som at det foregår en sammenkobling mellom teoriene. Eksempelvis vil rollen som *instruktør* føre til en mindre aktiv og deltakende elev. Rollen som *tilrettelegger* fremmer derimot elevenes autonomi og deltakelse, noe som kan muliggjøres både med og uten IKT.

Det matematikkfaglignivået beskrives som å gi muligheter for undervisningens mål og metoder. Det handler om hvordan bruk av digitale verktøy fremmer lærerens kriterier og hensikt med undervisningen (Hadjerrouit, 2017; Pierce & Stacey, 2010). På dette nivået fremkommer Ernest (1989) sine kategorier gjennom læreres oppfatninger om matematikkens natur og matematikkundervisning. Hadjerrouit (2017) beskriver eksempelvis hvordan digitale verktøy gir fordeler mot å nå målet med en konstruktivistisk tilnærming til undervisningen. Et annet mål kan være å benytte IKT for å illustrere ulike visualiseringer eller fremgangsmåter i et matematisk problem. Et slikt mål kan tilknyttes Ernest (1989) sin kategori *platonisk*, som gjenkjennes av hvordan matematikk oppdages og kan forstås gjennom ulike metoder.

Jeg har nå redegjort for sammenkobling av Ernest (1989) sine kategorier som uttrykkes i læreres pedagogiske oppfatninger om matematikk, og Hadjerrouit (2017) sine tre nivåer av pedagogiske muligheter ved digitale verktøy i matematikkundervisning. Mine tanker er at en slik sammenkobling styrker modellens *pedagogiske muligheter*, der Ernest (1989) sine kategorier bidrar til en mer generell beskrivelse av pedagogiske muligheter ved digitale verktøy. Dette utgjør en viktig forutsetning for analyseverktøyet i denne studien, der jeg vil undersøke hvordan lærere oppfatter bruk av IKT som nyttig i lys av deres pedagogiske oppfatninger om matematikk.

3.4.3 ANALYSEPROSESSEN

Brinkmann og Tanggaard (2012) beskriver en generell analyseprosess som å redusere datamaterialet i mindre deler, for å så bygge det opp igjen. Ved hermeneutiske tilnæringer vil forskeren ofte ha som mål å integrere enkeltdeler i datamaterialet til større helheter (Brinkmann & Tanggaard, 2012, s. 38). Analyseprosessen startet med å gjennomgå det transkriberte datamaterialet for å tilegne et helhetlig overblikk. På dette tidspunktet var datamaterialet svært omfattende, noe som gav behov for *datareduksjon*. Intervjuguidens inndeling av tema medførte fordeler i arbeid med å redusere datamaterialet. Av totalt fem tema forholdt jeg meg til de tre temaene som utgjør relevans for min oppgave: *matematikk, IKT og læreplan*.

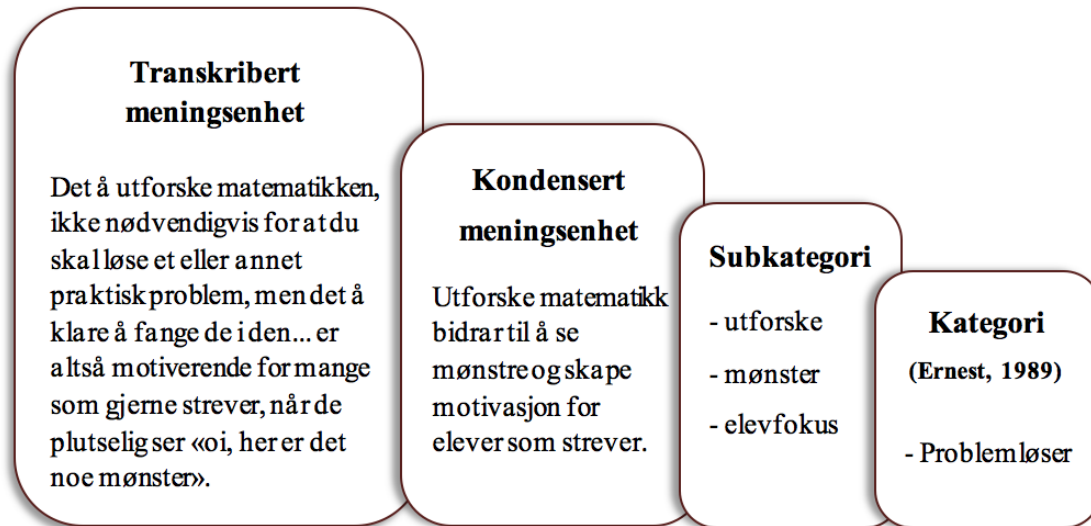
Meningskondensering

Med inspirasjon fra analysetilnærmingen *meningskondensering* eller *meningsfortetning*, ble det transkriberte datamaterialet kodet og ytterligere redusert. En meningskondensering er hensiktsmessig å anvende i lys av hermeneutikk, hvor målet er å beskrive og tolke meningsinnholdet (Brinkmann & Tanggaard, 2012, s. 39). Datamaterialet skal reduseres på en måte som unngår tolkning og samtidig reduserer datamaterialet: fra *transkriberte meningsenheter* til *kondenserte meningsenheter*. I analyseprosessen ble arbeidet med meningskondensering opplevd å være svært hensiktsmessig for å redusere datamaterialet, med minst mulig påvirkning fra mine tolkninger. Brinkmann og Tanggaard (2012, s. 43) utvider meningskondenseringen ved å tilknytte en *teoretisk lesning*. Dette innebærer at de kondenserte meningsenhetene videreføres til kategorisering, analyse og begynnelse på fortolkning av datamaterialet (Brinkmann & Tanggaard, 2012, s. 39). Å lese teoretisk betegnes som å være en *fortolkningsstrategi* og ble valgt i arbeid med *kategorisering* av datamaterialet.

Ved kategorisering struktureres intervjumaterialets meninger i form av lengre utsagn til bestemte kategorier (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 228). De begrepsstyrte kategoriene er uthentet fra det overordnede rammeverket. Slik ble det mulig å identifisere læreres oppfatninger om matematikkundervisning, etterfulgt av hvordan muligheter ved IKT inngår i deres pedagogiske perspektiver. I lys av Brinkmann og Tanggaard (2012) sin versjon av meningskondensering, ble informantenes kondenserte meningsenheter tilknyttet kategorier fra rammeverket. *Subkategorier* ble også utformet som indikatorer på de ulike kategoriene. I denne prosessen vil jeg understreke at det foregikk en tolkningsprosess, hvor min rolle som forsker

har betydning for forskningsresultatene. Hvordan denne prosessen ble gjennomført i lys av studiens reliabilitet og validitet, utdypes i kapittel 3.4.

Hvordan det transkriberte datamaterialet ble redusert til kondenserte meningsenheter, etterfulgt av å tilknyttes en kategori, viser jeg til eksempelet nedenfor (figur 3.4.3-1):



Figur 3.4.3-1: Sammenknytting av transkriberte meningsenheter til kategori fra det overordnede rammeverket.

Eksempelet ovenfor består av et utdrag fra en besvarelse på hvorfor elever bør lære matematikk i skolen. Fra høyre er informantens naturlige, eller *transkriberte meningsenhet* plassert, som i neste boks er redusert til en kondensert meningsenhet. Gjennom *subkategoriene* ble det mulig å analysere informantens transkriberte utsagn opp mot Ernest (1989) sin kategori oppfatning problemløser. Subkategoriene er basert på beskrivelser fra det overordnede rammeverket, hvor utforskning og elevfokus utgjør sentrale prinsipper i kategorien problemløser. I eksempelet ovenfor arbeidet jeg med analyse av *en del* av datamaterialet, noe som ikke utgjør konklusjoner i tolkningsarbeidet. Samtidig ble det gjennom denne prosessen mulig å få et overblikk over *helheten* av intervjuet, noe som fører til neste steg i analyseprosessen: meningsfortolkning.

Hermeneutisk meningsfortolkning

Det kan gis inntrykk for at analysen av intervjuene foregikk gjennom en lineær prosess. Tvert imot bestod analyseprosessen av gjentatte runder for å utarbeide forståelse av datamaterialet. Med prinsipper fra fortolkningsteori, ble den *hermeneutiske sirkel* gjeldende for å tilegne

mening av lærernes oppfatninger. Postholm (2010, s. 20) beskriver prosessen om hvordan forståelsen av de ulike *delene* i teksten påvirkes av forståelsen av *helheten*, den globale meningen. Meningen av helheten vil igjen påvirkes av en enda dypere forståelse av de ulike delene, og slik fortsetter den hermeneutiske sirkel.

Under arbeid med meningskondensering, ble ikke bare informantenes besvarelser redusert og tilknyttet teoretiske begreper, men også markert med koder. Dette ble gjort for å markere datamaterialet og klargjøre en ny runde med gjennomlesning. I henhold til *spiralprinsippet* fra hermeneutikken ble datamaterialet møtt med en fornyet forståelse. Jeg fant tilnærmingen særlig hensiktsmessig der jeg opplevde motsigelser eller datamateriell som var utfordrende å tolke. Et eksempel på dette gis med utgangspunkt i utdraget fra figur 3.4.3-1. Den samme informanten hadde uttrykt at «praktisk matematikk ikke alltid er så praktisk». I første omgang ble dette opplevd som å være utfordrende å tolke fordi informanten ikke gav videre forklaringer eller beskrivelser. Etter å ha utformet et inntrykk av helheten, satt jeg igjen med en tolkning om at informanten verdsetter utforskning og problemløsende oppgaver i matematikk. Med en slik fornyet forståelse, så jeg mønstre mellom utsagnet «praktisk matematikk er ikke alltid så praktisk» og informantenes beskrivelse av hvilke kompetanser som er hensiktsmessige eller *praktiske* for elevene i matematikk. Informantens oppfatning om hva som er praktisk matematikk ble tolket som evnen til å utforske, noe som forklarer hvorfor hun mente at «praktisk matematikk ikke alltid er praktisk».

Basert på validitet har jeg også inkludert Kvale og Brinkmann (2015) sine tre fortolkningskontekster: *selvforståelse*, *kritisk forståelse basert på sunn fornuft* og *teoretisk forståelse*. Tolkning av informantenes selvforståelse har blitt gjennomført ved å fremlegge det lærerne forstår av egne utsagn (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 241). I min oppgave innebærer dette for eksempel informantenes beskrivelse og refleksjon rundt egen interesse for IKT og følelse av å være rustet til fornyet læreplan i matematikk. Kritisk tolkning basert på sunn fornuft går utenfor informantenes selvforståelse, og knyttes her opp mot hermeneutiske fortolkningsprinsipper. Teoretisk forståelse er basert på tolkning ved hjelp av det overordnede rammeverket.

3.5 RELIABILITET OG VALIDITET

Ved begrepet *reliabilitet* gjøres det vurderinger på studiens kvalitet i form av pålitelighet. Det handler om at forskningsprosessen må dokumenteres på en måte der leseren kan vurdere og godkjenne arbeidet. Forskningsresultatenes konsistens og troverdighet tilknyttes også begrepet *reliabilitet*. Kvale og Brinkmann (2009, s. 250) beskriver *reliabilitet* om hvorvidt forskningsresultater kan fremkomme og reproduseres av andre. Til dette blir det relevant å trekke inn begrepet *repliserbarhet*, som omhandler hvorvidt andre forskere ville konkludert med samme forskningsfunn ved å benytte metodene som anvendt i studien (Thaagard, 2009). I lys av studiens kvalitativ-hermeneutiske tilnærming har analysen vært preget av fortolkning av datamaterialet. Min rolle som forsker har derfor utgjort det viktigste instrumentet, da forskningsresultatene fremkommer som et resultat av min forforståelse og mine tolkninger. Det kan derfor variere hvorvidt andre anser forskningens objektivitet og troverdighet som godkjent eller ikke.

En svakhet ved oppgaven kan utpekes etter hvorvidt informantene gav tilstrekkelig og rike besvarelser om digitale verktøy, da de ble gitt frihet til å bestemme selv hva de ville vektlegge under intervjuet. Det kan derfor stilles spørsmål til hvorvidt besvarelsene utfyller behovet for å besvare problemfokuset. Ved bruk av kvalitative intervjuer som metode for datainnsamling, omfatter *reliabilitet* ofte preg av ledende spørsmål. Intervjuet skal ikke være utformet slik at informantene besvarer spørsmål som er innlysende eller ledende. Til dette har jeg og min medstudent bevisst forsøkt å unngå slike spørsmål. Samtidig påpeker Kvale og Brinkmann (2015) hvordan ledende spørsmål også er nødvendig for å føre samtalen videre. I dette tilfellet omhandler ledende spørsmål å ta utgangspunkt i informantenes eksempler på bruk av digitale verktøy og bygge videre på disse. Her har vi også forsøkt å unngå svakheten som lett kan forekomme ved å ikke spesifisere et bestemt digitalt verktøy.

Jeg har forsøkt å beskrive metodekapittelet på en måte som fremmer transparens i forskningsprosessen. Tiltak som er gjort for å ivareta transparens kan også knyttes til vedlegg III av transkriberingsnøkler, sammen med koder som er brukt i analyseprosessen. Her er hensikten å skape åpenhet om verktøy som er anvendt i analysen. Bruk av et teoretisk analyseverktøy kan tilknyttes *repliserbarhet*, der andre kan komme frem til de samme resultatene ved å benytte teorien i denne studien. I kapittel 3.4 ble det inkludert et konkret eksempel tolkning av en informants utsagn, noe som også er gjort for å gi leseren et innblikk i

min analyseprosess. Ved å inkludere direkte sitater av informantene i neste kapittel (4. Analyse og resultat), vil også leseren få mulighet til å vurdere mine tolkninger av lærernes oppfatninger.

Validitet i forskning omfatter spørsmål til hvorvidt studien undersøker egen hensikt eller formål (Kvale & Brinkmann, 2009). Vurdering av forskningens troverdighet og nøyaktighet utgjør også en viktig del av studiens validitet (Creswell, 2014). I denne studien har jeg forsøkt å formulere en problemstilling som tydeliggjør hva jeg ønsker å besvare i denne studien. Utforming av problemfokuset i denne oppgaven ble samtidig opplevd som noe utfordrende. En fare ved dette er at studien skaper forventninger til leseren som ikke oppfylles, noe som påvirker forskningens validitet. Jeg anser oppdeling av problemstillingen til to spørsmål som hensiktsmessig for å tydeliggjøre meningen med studien. Til eksempel opererte studien tidligere med følgende problemstilling: «hvordan oppfatter lærere muligheter med digitale verktøy i god matematikkundervisning?». En slik problemstilling kan fort gi inntrykk av at jeg ikke skiller mellom god matematikkundervisning med og uten bruk av IKT. Til å støtte og ivareta validitet, anser jeg derfor en oppdeling av problemfokuset som mest aktuelt.

Kvale og Brinkmann (2009, s. 251) beskriver en valid begrunnelse som fornuftig, velfundert, sterk og overbevisende. Problemfokusets to spørsmål er også basert på teorien som anvendes i analysen. På denne måten styrkes validitet ved at spørsmålene blir belyst. Til å belyse forskningsspørsmålet om «hvordan oppfatter lærere sine handlingsmuligheter med digitale verktøy for å tilrettelegge for god matematikkundervisning?» benyttes det overordnede rammeverket som analyseverktøy. Rammeverket er bevisst utformet for å tilpasse studiens åpenhet til digitale verktøy. Ved å implementere begreper fra SAMR-modellen (Puentedura, 2013b), muliggjøres en analyse av generell bruk av digitale verktøy med modellen til Hadjerrouit (2017). Bevissthet rundt teori og innhold i det overordnede rammeverket er derfor nøye gjennomgått for å belyse problemfokusets mål og hensikt. Her kan man samtidig stille spørsmål til hvorvidt jeg representerer min tolkning av teorien på en klar og tydelig måte, noe som også inngår i refleksjoner rundt validitet.

3.6 ETISKE OVERVEIELSER

Ifølge Kvale og Brinkmann (2009) tilknyttes etikk forskningens mål og moralske spørsmål. I denne studien er tatt etiske overveielser som gjør seg gjeldende for å ivareta lærerinformantenes anonymitet. Lærerne fikk tilsendt et samtykkeskjema (vedlegg I) via e-post som gav dem utfyllende informasjon om deres rolle i forskningen. Til å forsikre at informantene var innforstått med sine rettigheter og anonymitet, ble dette repetert under oppstarten av hvert intervju. Deltakerne ble også informert om muligheten til å trekke seg fra forskningsprosjektet på et hvilket som helst tidspunkt. Thagaard (2009) beskriver hvordan dette kan bidra til å skape trygghet og komfortable rammer for informantene.

Vurdering av etiske hensyn har foregått gjennom avgjørelser for valg av metode, datainnsamling og analyse. Jeg har forsøkt å være bevisst i min rolle som forsker og hvordan jeg har fremstilt meg selv til informantene. I lys av konstruktivistiske forskningstradisjoner har målet vært å komme frem til kunnskapen sammen med informantene. Dette innebærer at jeg ikke anser meg selv i en maktposisjon, hvor jeg er den som sitter med fasiten. Det samme prinsippet gjelder forøvrig i analyse og bearbeiding av datamateriell. Målet er ikke å vurdere hvorvidt informantenes oppfatninger anses som korrekte eller gyldige, men belyse dem slik de fremkommer naturlig hos informantene.

4 RESULTAT OG ANALYSE

Problemfokuset i denne oppgaven er rettet mot å undersøke læreres oppfatninger om hvordan digitale verktøy kan gi muligheter i god matematikkundervisning. Til å undersøke dette ble det formulert to forskningsspørsmål:

1. *Hvilke oppfatninger har lærere av hva god matematikkundervisning er?*
2. *Hvordan oppfatter lærere sine handlingsmuligheter med digitale verktøy for å tilrettelegge for god matematikkundervisning?*

Kvalitative intervjuer med fire matematikklærere danner utgangspunktet for datamaterialet som analyseres i denne studien. Utsagn som inngår i analysen er valgt på bakgrunn av relevans opp mot forskningsspørsmålene ovenfor. Det påpekes at denne utvelgelsen også baseres på mine tolkninger om hva som i størst grad representerer lærerinformantenes oppfatninger.

Kapittelet er bygget opp på en måte som jeg mener skaper en strukturert oversikt av analysen. Jeg har valgt å benytte presentasjonsformen Thagaard (2013) betegner som *personsentrerte tilnærminger*, hvor jeg redegjør for analyse av informantene hver for seg. Videre er kapittelet inndelt i tre deler. Del 1 knyttes til problemstillingens første forskningsspørsmål og omfatter analyse av lærerinformantenes oppfatninger om god matematikkundervisning (4.1). Til å indentifisere dette har jeg benyttet teorien til Ernest (1989) som analyseverktøy. Avslutningsvis i del 1 gis det en kortfattet oppsummering før jeg beveger meg videre til del 2. I del 2 trekker jeg frem utsagn som omhandler informantenes oppfatninger om handlingsmuligheter med digitale verktøy i matematikkundervisning (4.2). Denne delen har som hensikt å belyse problemstillingens andre forskningsspørsmål. Analyseverktøyet som anvendes her består av modellen fra det overordnede rammeverket i kapittel 2.3.3. I den siste og tredje delen av kapittelet vil jeg gi en sammenfattet oppsummering av tolkning og resultater fra del 1 og 2 (4.3). Hensikten her er å klargjøre og forberede resultatene til diskusjon i kapittel 5.

4.1 OPPFATNINGER OM GOD MATEMATIKKUNDERVISNING

Følgende del av analysen har som hensikt å belyse lærerinformantenes oppfatninger om god matematikkundervisning. Dette gjøres ved å benytte teorien til Ernest (1989) som analyseverktøy. Ernest (1989) har redegjort for tre ulike oppfatninger lærere holder om matematikk: *instrumentalist [I]*, *platonisk [P1]* og *problemløser [P2]*. Beswick (2005) oppsummerer hvordan de tre kategoriene uttrykkes i læreres oppfatninger om *matematikkens natur: [MN]*, *matematikkundervisning [MU]* og *læring av matematikk [ML]*. Komponentene er sterkt relatert til hverandre og utgjør sammen lærernes matematikdidaktiske oppfatninger. Ved å inkludere disse i analysen er hensikten å berike mine tolkninger av lærernes oppfatninger om god matematikkundervisning. Sitater fra informantene som inkluderes i analysen er til tider kortet ned når de oppleves til å ikke tilføye nødvendig informasjon. Teksten markeres med koder fra teorien til Ernest (1989) der jeg ikke uttrykker teoretiske begreper eksplisitt. Datamateriell som inngår i dette delkapittelet er valgt på bakgrunn av meningskondenseringen som ble redegjort for i kapittel 3.3.3. Gjennom denne prosessen ble det mulig å uthente utsagn som gjør seg relevant i lys av det første forskningsspørsmålet: *Hvilke oppfatninger har lærere av hva god matematikkundervisning er?*

4.1.1 ANNA

Fra arbeidet med meningskondenseringen ble det tolket som at Anna ser to sider av matematikk. Den første siden er praktisk matematikk som verktøysfag, mens den andre siden er matematikkens egenart som utforskningsprosesser. Lærerinformanten problematiserer hvordan praktiske oppgaver i matematikk ikke alltid er så praktisk likevel, en ytring som kan være utfordrende å tolke. Hvordan kan praktisk matematikk *ikke* være praktisk? Her blir ytringen til Anna knyttet opp mot min helhetlige forståelse for å opparbeide mening i lys av hermeneutiske fortolkningsprinsipper. Min helhetlige forståelse er den jeg sitter igjen med etter å ha gjennomgått det transkriberte intervjuet med Anna. Informanten beskriver matematikkens egenart gjennom utforsking, der det opparbeides evner til å se mønstre og sammenhenger. Hun uttrykker at utforskingen ikke nødvendigvis må omhandle et praktisk problem, men er nyttig for selve utforskingen i seg selv. Det kan da tolkes som at Anna anser evnen til «å utforske» som mer praktisk enn hva typisk «praktiske oppgaver i matematikk» er:

2. Anna: (...) Så ser vi jo i forhold til det vi tenker er praktiske oppgaver ikke alltid er så relevant for elevene. (...) Men så er jo det den matematikkfaglige biten, matematikk for sin egen del, fagets egenart,

som er mer fremtredende nå. (...) så ser jeg at for elevene, altså det der å utforske matematikken, ikke nødvendigvis for at du skal løse et eller annet praktisk problem, men det å klare å fange de i den er motiverende for mange som gjerne strever, når de plutselig ser «oi, her er det noe mønster». Det er derfor jeg sier det blir sånn magi, så ser de «wow! her skjer det noe». Så matematikk, ja - det er jo systemer og mønster.

Informanten uttrykker også hvordan utforsking i matematikk skaper «magi», før hun beskriver matematikk som mønstre og systemer (2). Det tolkes som at Anna faller innenfor kategorien *problemløser*. Matematikk handler ikke bare om å videreføre kunnskap til å beherske praktiske problem [P1], men også utarbeide en utforskende tankegang [P2]. Jeg tolker det som at prosessen blir viktigere enn målet, noe som er sentralt i kategorien *problemløser*.

Matematikkens to sider ble også nevnt senere i intervjuet når Anna reflekterte rundt hvorfor elever bør lære matematikk i skolen. Basert på besvarelsen kan det tolkes som at Anna beskriver skolematematikk og matematikkens natur. Gjennom skolematematikk får elevene direkte nytte av matematikken utenfor skolen. Dette er nødvendig for å klare seg i samfunnet, ifølge informanten. Anna beskriver så «teoretisk matematikk», noe jeg tolker som en beskrivelse av matematikkens natur. Dette omhandler matematikk som elevene ikke har direkte bruk for, men som samtidig tolkes til å være verdifullt for informanten. Når fokuset er på prosessen og utforsking, bygges den algoritmiske tankegangen og logisk tenking [P2]. Tar man utgangspunkt i Annas beskrivelse av skolematematikk, kan det tolkes som at hun faller innenfor kategorien *platonisk*. Dette begrunnes med hvordan hun beskriver at elevene må lære slik matematikk for å klare seg i samfunnet. Fokuset i undervisningen ligger dermed på innholdet, med vekt på forståelse [P1]. Dersom vi tolker Annas beskrivelse av «teoretisk matematikk», er det mye som tyder på at hun holder en *problemløser*-oppfatning. Kategorien gjenkjennes ved hvordan hun beskriver matematikk som en tenkemåte eller en prosess, noe som er sentralt i beskrivelsen av oppfatningen *problemløser* (Ernest, 1989).

Så hvilken oppfatning har Anna? Både Ernest (1989) og Beswick (2005) beskriver hvordan det kan være utfordrende å plassere lærere i nøyaktig én kategori, da de ofte vil gjenkjennes i flere. I min tolkningsprosess forsøker jeg derfor å ikke bli fornøyet med en kategori av oppfatning. Gjennom hermeneutiske fortolkningsprinsipper blir ulikhetene eller motsigelsene, derimot undersøkt i lys av helheten. Etterhvert kan man tolke det som at Annas ulike oppfatninger skyldes hindringer i å gjennomføre undervisning i «drømmeklasserommet»:

10. Anna: (...) drømmeklasserommet mitt da, hvis det er det du spør om, he-he, så handler det om utforskning, handler om å ha noen gode oppgaver som elevene kan kastes inn i. «Her skal du prøve ut og forske frem», samarbeide og snakke om, ikke sant? (...) sånn vil mitt klasserom se ut, at de rett og slett undersøker og utvikler sammen, da.

I teorien til Ernest (1989) ble det beskrevet hvordan den sosiale konteksten ofte hindrer lærere i å utarbeide ønsket undervisningspraksis. Den sosiale konteksten kan eksempelvis være krav fra læreplan og begrensninger med tid. Ifølge Ernest (1989) er dette viktig å være bevisst over, der mange lærere heller beskriver oppfatningen av en undervisning som er mulig å få til i praksis. I analysen ble dette ansett som et verdifullt prinsipp, ettersom det kan forklare ulikheter og motsigelser i Annas oppfatninger.

Videre argumenteres det for flere funn som støtter opp tolkningen om at Anna holder oppfatningen problemløser. Undervisningen til Anna tyder på å være fokusert på elevene og deres læringsprosess, som oftest gjennom utforskende oppgaver [P2]. Dette er forenelig med problemløserens syn på matematikkundervisning. Kategorien ble også gjenkjent i hennes beskrivelse av hvordan slik undervisning påvirker lærerrollen:

14. Anna: (...) Men samtidig så når du har, det er mer aktiviteter du har med utforskning så krever det at vi er på. Det gjør det, det krever at vi er på så ser og følger opp. Jeg kan ikke sitte meg ned fremme og tenke sånn «nå klarer dere, dere selv», det går ikke, du må være der hele tiden og veilede dem (...)

Prinsipper fra teorien til Ernest (1989) trekker frem hvordan læreres oppfatninger om matematikkens natur synliggjøres gjennom lærerrollen de påtar seg i matematikkundervisning. Rollen som *tilrettelegger* eller veileder tilknyttes filosofien problemløser, noe som også tyder på å være tilfellet med Anna. Læreren uttrykte også flere ganger hvordan fokuset bør være på elevens utforskning, noe som også medfører en mer tilbaketrukket lærerrolle i form av veileder eller tilrettelegger [P2].

4.1.2 BJØRN

Bjørn uttrykker at matematikk er «allmenngyldig» uansett hvor i man befinner seg i verden. Det omfattende fagfeltet består av alt fra hverdagsmatematikk til den avanserte matematikken som bare et få antall mennesker i verden vil forstå. Uttrykket «hverdagsmatematikk» ble anvendt flere ganger av informanten under intervjuet, blant annet i refleksjon om hvorfor elevene bør lære matematikk i skolen. Hverdagsmatematikk omhandler «det enkle», det elevene vil ha direkte nytte av utenfor skolen, ifølge Bjørn. Eksempler på dette kan være prosentregning

og de fire regneartene. Bjørn uttrykker videre hvordan det å beherske hverdagsmatematikk anses å være et minimumskrav for at samfunnet skal fungere.

Informanten beskriver også hvorfor elevene bør lære «den delen av matematikk som er litt mer avansert» i skolen. Selv om ikke elevene alltid «trenger slik matematikk», vil det fortsatt være nyttig for dem. Avansert matematikk har indirekte nytteverdi i den forstand at elevene «blir bedre problemløser». Med dette tyder det på at Bjørn holder flere kategorier av oppfatninger om både undervisning og læring av matematikk. Ved at elevene skal beherske og forstå innholdet i undervisningen, identifiseres kategorien *platonisk*. På den andre siden tolkes det også som at Bjørn ser nytteverdi i form av å lære elevene utforskende egenskaper [P2].

En *instrumentalistisk* oppfatning blir også synlig gjennom Bjørn sine ytringer om hvordan han foretrekker å undervise matematikk. Undervisningen starter nesten alltid med forelesning, noe som kan tilknyttes tradisjonell tavleundervisning [I]. Samtidig tyder det på at Bjørn forsøker å unngå passiv mottakelse av kunnskap for elevene, der han ikke er positiv til såkalte «kjør-på-pugg»-oppgaver. Det tolkes som at kategorien instrumentalist muligens preger Bjørn sin oppfatning om matematikkundervisning, men er fraværende i oppfatningen om læring av matematikk. En instrumentalistisk oppfatning identifiseres også når Bjørn redegjør for hvordan han utformer nye oppgaver til elevene. Dette gjelder for elever som er ferdig med arbeidet eller trenger en ekstra utfordring. Da han ble spurt hvordan han utformer eller finner nye oppgaver, ble følgende beskrevet:

21. Bjørn: Ja, eller jeg prøver å finne en del på nett, men... vi har jo og noen bøker på biblioteket, men ofte så går jeg bare inn og finner noen gamle eksamensoppgaver, ser på oppgavetyper derfra. Altså, av og til lager jeg bare oppgaver selv også.

23. Bjørn: Altså, lignende oppgaver til det som allerede er, bare endret litt på tallene slik at det blir samme fremgangsmåte... Eller, ja.

Når Bjørn beskriver at han utformer nye oppgaver til «dem som er ferdig» kan det tolkes som at Bjørn påtar rollen som *instruktør* [I] i klasserommet. Det at Bjørn endrer på tallene i matematikkoppgaver fra tidligere eksamensoppgaver, tilsier nødvendigvis ikke at oppgavene omhandler passiv mottakelse av kunnskap [I]. Det kan derimot tyde på at Bjørn oppfatter slike endringer som at elevene oppdager matematikk på ulike måter [P1]. Bjørn uttrykte også positive holdninger til utforskende og undersøkende matematiske oppgaver [P2], noe han forsøker å inkludere i sin matematikkundervisning. Etersom utforskende oppgaver er sterkt relatert til en

elevfokusert undervisning, kan vi tilknytte dette til kategorien problemløser. Samtidig beskriver informanten hvordan bruk og hyppighet av slike oppgaver avhenger av nivået på elevene [P1]. Bjørn påpeker også hvordan «sterke elever» ofte behersker slike oppgaver bedre, og gjør det mulig å «fortsette til det vanskelige». På denne måten utgjør elevenes *forståelse* en betydning for hva som styrer undervisningen, noe som er mer forenelig med en platonisk oppfatning. Det må likevel understrekes at Bjørn aldri uttrykte eksplisitt at andre elever ikke får mulighet til å arbeide med utforskende oppgaver. Med dette kan det diskuteres hvorvidt elevenes forståelse utgjør en betydning for undervisningsaktiviteter likevel.

4.1.3 CHRISTINA

Christina beskriver matematikk om noe som gir forklaringer på «verden rundt oss». Det er et spennende og viktig fag i skolen. Informanten uttrykker også hvordan den praktiske delen av matematikk omfatter det elevene har behov for å bruke i hverdagen. Slik matematikk omhandler å bruke ferdighetene utenfor skolen, der det krever logisk tenking og ferdigheter til å regne. Samfunnet nevnes som en viktig årsak til hvorfor elevene bør lære matematikk i skolen. Læreren uttrykker konkret hvordan hennes *oppfatning* av matematikk er at det er en del av vårt samfunn og at man trenger det for å fungere optimalt.

2. Christina: Matematikk? Det er et spennende fag som gir forklaringer på verden rundt oss. Et språk. Ehm, ja, og et viktig fag i skolen.

Det tolkes som at Christina holder en *platonisk* oppfatning om matematikk, ettersom det gir «forklaringer på verden rundt oss». Denne kategorien gjenkjennes også i informantens ytringer om matematikkens natur:

10. Christina: Ja, at det er jo universelt, matematikk. Og verden blir jo mer global, he-he. Sånn at hvis man tenker i skolesituasjon da, så vet jo vi ikke om ti år; er disse elevene i Norge, eller er de på andre siden av verden? Men matematikken, den vil være lik, så det er jo en felles referanse rundt det... Nå vet jeg ikke om jeg tenker for svært og dypt her...

Christinas ytring kan kobles til kategorien *platonisk*, som gjenkjennes med en mening om at matematikk oppdages av mennesker. I likhet med Bjørn, tolkes det også som at Christina ser på matematikk som absolutt [P1] hvor enn i verden man befinner seg (10). Hun uttrykker usikkerhet om hvorvidt besvarelsen til spørsmålet går for dypt til. Det tolkes som at hun holder en mer omfattende oppfatning om matematikkens natur enn det som blir uttrykt i intervjuet.

Dette ble dessverre ikke fulgt opp under intervjuet, og i analysen ser jeg hvordan vi som forskere bør ta kritikk til dette.

Christina deler videre hvordan hun ser muligheter med omvendt undervisning. Dette er noe som vil utdypes med et konkret digitalt verktøy i kapittel 4.2.3, da denne delen av analysen omhandler oppfatninger om god matematikkundervisning (uten IKT). Etersom Christina selv valgte å inkludere omvendt undervisning i denne delen av intervjuet, kan man dermed peke på ulike funn fra disse ytringene. Ved å gi læringsvideoer i lekse muliggjøres det mer tid til oppgaveløsning og diskusjoner når elevene er på skolen [P2]. Læreren reflekterer rundt utfordringer knyttet til slik undervisning, der svakheten særlig er at elevene ikke har relasjon til foreleseren i videoen. Hun nevner spesielt hvordan dette kan bli problematisk for elever på åttende trinn, der de gjerne ser videoen, men ikke får med seg noe. Ifølge informanten kan man ikke forvente at elevene «kan alt», bare fordi de ser læringsvideoer hjemme. Hun begrunner viktigheten med relasjonen på bakgrunn av hvordan elevene forstår matematikken når Christina bevisst gjentar det som blir sagt i videoen. Med dette kan det tolkes som at Christina vektlegger betydning av relasjonen mellom lærer og elev når matematikk skal læres. Dette er ikke noe Christina uttrykker eksplisitt, men noe som kommer frem i hennes refleksjoner rundt utfordringer med omvendt undervisning. Det er samtidig noe utfordrende å tolke Christinas oppfatning om god matematikkundervisning. Med det første kan en *platonisk* oppfatning identifiseres ettersom elevene får mulighet til å oppdage matematikk på ulike måter. Samtidig uttrykker også Christina bemerkelsesverdige ytringer som kan gi verdifull informasjon:

18. Christina: For det er jo det vi gjør på skolen, for å lære de å lære. Og det er jo noe de kan ta med seg videre, sant? når de møter et problem så vet de at «ok, jeg kan i hvert fall se en video» eller... Finne lærdommen.

Det tolkes som at kategorien *problemløser* inkluderes i Christinas oppfatninger om god matematikkundervisning, derav også læring. Dette baseres på hennes mål om å få mer tid til diskusjon, sammen med hennes ytring om at elevene skal «lære å lære» (18). Kategorien *problemløser* gjenkjennes videre i informantens rolle som lærer. Christina beskriver seg selv om rollen som *veileder* [P2]. Dette er en rolle hun har utarbeidet forståelse for først etter at hun ble ferdig utdannet lærer. Det handler om å være en ressurs og rådgiver, ifølge informanten. Ved å påta en slik rolle rettes fokuset mot lærernes selvstendighet og autonomi, noe som gjenkjennes i teorien til Ernest (1989) som oppfatningen *problemløser*. Informanten deler videre hvordan elevenes foreldre ikke alltid støtter en slik lærerrolle, og foretrekker heller en

tydelig «oppskrift» på tavlen til elevene. Selv om Christina tar hensyn og hører på elevenes foreldre, vektlegger hun heller betydningen av hva som bidrar til å ruste elevene til samfunnet og livet.

35. Christina: (...) De skal ikke bare pugge hvordan oppsettet eller utregningen er, men de må forstå det: «ok, hvorfor bruker jeg dette? når er det hensiktsmessig? hvilke situasjoner kan jeg møte?». Slik som nå når vi skal over til funksjoner, i stedet for at vi skal gi de reglene så skal vi prøve å gi de situasjoner. Hva kan vi finne? hvordan kan vi bruke matematikk til å løse? Så får vi se.

Å gi elevene ferdige oppsett eller utregninger [I] vil ikke være hensiktsmessig ifølge Christina. Elevene skal heller lære å forstå matematikk og undersøke hva de kan «finne» [P1]. Måten Christina beskriver prosessen med hvordan elevene skal «lære å lære», kan derimot minne om problemløser-oppfatningen. I lys av teorien til Ernest (1989) kommer det også frem her at Christina trolig holder flere oppfatninger om matematikkundervisning og læring.

4.1.4 DIANA

Diana uttaler seg om hva matematikk er, noe som hovedsakelig dreier seg om skolefaget matematikk. Spørsmålet om hva matematikk er for henne oppleves å være omfattende, men hun beskriver samtidig hvordan hun automatisk ser «penger og grafer», dersom hun hører ordet matematikk. Penger er noe som også nevnes i informantens ytringer på hvorfor elevene bør lære matematikk i skolen. Oppfatninger om matematikkens natur kan i dette tilfellet knyttes til *forståelse*, noe som er sentralt innenfor kategorien *platonisk*. Forståelse i matematikk kan ifølge informanten knyttes til tallforståelse og forståelse for økonomi. Dette er noe hun anser som en del av sitt ansvar som lærer, der målet er forebygge hindringer for elevene senere i livet. Det kan tolkes som at Diana har et fokus på innhold i undervisningen, noe som kan gjenkjennes i begge kategoriene *instrumentalist* og *platonisk*. Det tyder samtidig på at informanten faller nærmere platonisk oppfatning, ettersom at innholdet rettes mot forståelse [P1]. Det handler ikke nødvendigvis om å vektlegge innhold for å mestre matematikk [I], men for å forstå [P1].

En platonisk oppfatning kan også identifiseres i flere uttalelser fra lærerinformanten. Eksempelvis beskriver Diana hvordan hun utformer gode oppgaver med mål om å kombinere matematiske emner med den «virkelige verden». Dette er samtidig noe som ikke alltid har vært vektlagt i matematikkundervisningen til Diana:

6. Diana: (...) Eller for eksempel en oppgave som jeg pleier å gi mine elever, at de skal late som de har en familie og lage et budsjett og bruke reelle tall. Slik at de faktisk får et innblikk i hva ting koster. Det å kunne knytte det opp til virkeligheten eller hverdagen din... *stille* Det er ikke så... jeg bruker ikke masse energi på at alle elevene mine skal kunne sette opp et avansert funksjonsuttrykk liksom...

9. Diana: (...) Jeg har vært en veldig, veldig tradisjonell matematikklærer. Tavleundervisning, vise en fremgangsmåte, elevene skriver av i boken, så øver vi på det og veldig opptatt av føring. (...) Tenker at «ja, nå klarer de i hvert fall å pugge noen ting, lært de noen fremgangsmåter, da kan de i hvert fall noe» og helt klart tenkt sånn, ja her klarer de del en på eksamen, sant.

Måten Diana beskriver sin tidligere matematikkundervisning på kan gjenkjennes med en *instrumentalistisk* oppfatning. Ernest (1989) forklarer hvordan målet med undervisningen er å beherske innhold og mestre matematikk ved en slik oppfatning. Når informanten forklarer den nåværende matematikkundervisningen, kan det tolkes som at det vektlegges et større fokus på elevene (9). Oppgavene hun nå utformer til elevene tilsier å være tilpasset ulike nivåer og kjennetegnes med at de er praktiske og kan knyttes til den virkelige verden. Her kan den *platoniske* oppfatningen identifiseres, så vel som *problemløseren*. Basert på disse ytringene, tolkes det ikke som at Diana har et instrumentalistisk syn på matematikkundervisning og læring. Samtidig beskrev læreren hvordan hun av og til foretrekker å starte undervisningen med noe tavleundervisning, helst i oppstarten av timen. Gjennom introduksjonen presenterer hun målet for timen og hva elevene skal gjøre: «de får oppdrag». Umiddelbart kan det tolkes som at hun har en instrumentalistisk oppfatning, der tavlen er i bruk. Her må det samtidig bemerkes hva tavlen brukes til. Det er ikke gitt at oppstart med tavleundervisning omhandler et mål om å formidle kunnskap til elevene, men derimot samle de og gi de oppdrag. Jeg tolker hensikten med å bruke tavlen til en platonisk oppfatning i dette tilfellet, noe som også støttes opp av at Diana påtar rollen som «forklarer» [P1].

Diana uttrykker seg videre om egen rolle som lærer, der det tyder på at hun også påtar andre roller enn «forklarer» [P1]. Læreren anser sin egen rolle som «veileder» [P2] i enkelte undervisningssituasjoner, særlig når det arbeides med dybdelæringsprinsippet. Det kan tolkes som at dybdelæringsprinsippet gir elevene frihet til å velge fremgangsmåter og arbeidsmetoder selv. Her synliggjøres oppfatningen problemløser med hvordan fokuset ligger på prosessen fremfor målet.

23. Diana: (...) Kan jeg kalle det gjennomsnittseleven?

24. Intervjuer: M-hm

25. Diana: [gjennomsnittseleven] syntes på mange måter at det kan være helt forferdelig. Det er kanskje det verste jeg utsetter de for. «Kan du ikke bare si hvordan jeg skal gjøre det, da?», «men vis meg en gang, så kan jeg gjøre det selv etterpå». Det er vondt å måtte gruble seg frem til ting på egenhånd, og det er vondt å måtte finne fremgangsmåtene selv, og det er helt forferdelig for den type eleven når jeg sier «ja, men du kan få lov til å velge. Hvilken metode tenker du at passer best for deg?». Og det er litt sånn som de river seg litt i håret av og til og «men kan du ikke bare si hvordan jeg skal gjøre det?» He-he. Og jeg har fått ganske tydelige tilbakemeldinger fra foreldre og som syntes at det er helt forferdelig og upedagogisk (...)

Diana uttaler seg videre om negative holdninger til undervisning som utformes etter dybdelæringsprinsippet. Dette gjelder «svake elever» og særlig «gjennomsnittselever», i tillegg til foreldre av elevene (25). Det kan her tolkes som at informantene holder en problemløseroppfatning av matematikk, men opplever utfordringer med å gjennomføre foretrukket undervisning. Samtidig nevner ikke Diana hvordan dette hindrer eller begrenser henne i å praktisere slik undervisning. Dette er forenelig med teorien til Ernest (1989), der det skilles mellom vedtatte oppfatninger og ønskeoppfatninger. Det kan samtidig påpekes at læreren foretrekker variasjon i undervisningen, hvor for mye vektlegging av en undervisningsmetode medfører andre utfordringer. Dette eksemplifiseres med bruk av digitale verktøy i undervisningen, der det medfører fordeler, men også utfordringer ved at elevene ikke evner «føring i matematikk». Diana tilføyer at dette eksempelet er noe hun selv har erfart og noe som ble tydelig gjennom elevenes føring av matematikk på en tidligere gitt tentamen.

4.1.5 OPPSUMMERING AV ANALYSE DEL 1

I følgende del av kapittelet gis det en oppsummering av analysens første del. Jeg vil begynne med å presentere lærernes matematikkdiraktiske oppfatninger i tabellen (4.1.5-1) nedenfor. Øverst i tabellen har jeg plassert *matematikkenes natur [MN]*, *matematikkundervisning [MU]* og *læring av matematikk [ML]*, som sammen utgjør matematikkdiraktiske oppfatninger. Anna, Bjørn, Christina og Diana er plassert i tabellens venstre kolonne. Informantenes navn er erstattet med *Lærer A*, *Lærer B.*, og så videre, på bakgrunn av å gjenkjenne dem i figur 4.1.5-3. Lærernes oppfatninger er gjengitt som koder etter Ernest (1989) sine kategorier *instrumentalist [I]*, *platonisk [P1]* og *problemløser [P2]*. Det repeteres hvordan informantenes utsagn er knyttet opp til en større kontekst, noe som kan ha påvirket resultatene i tabellen nedenfor. Jeg har samtidig forsøkt å fremvise sitater som i størst grad representerer lærernes oppfatninger, og som dermed kan gjenkjennes i tabellen nedenfor.

	MN	MU	ML
Lærer A	<u>P2</u> /P1	P2	<u>P2</u> /P1
Lærer B	P1	<u>P1</u> /I/P2	<u>P1</u> /P2
Lærer C	P1	<u>P1</u> /P2	<u>P1</u> /P2
Lærer D	P1	<u>P1</u> /I	<u>P1</u> /P2

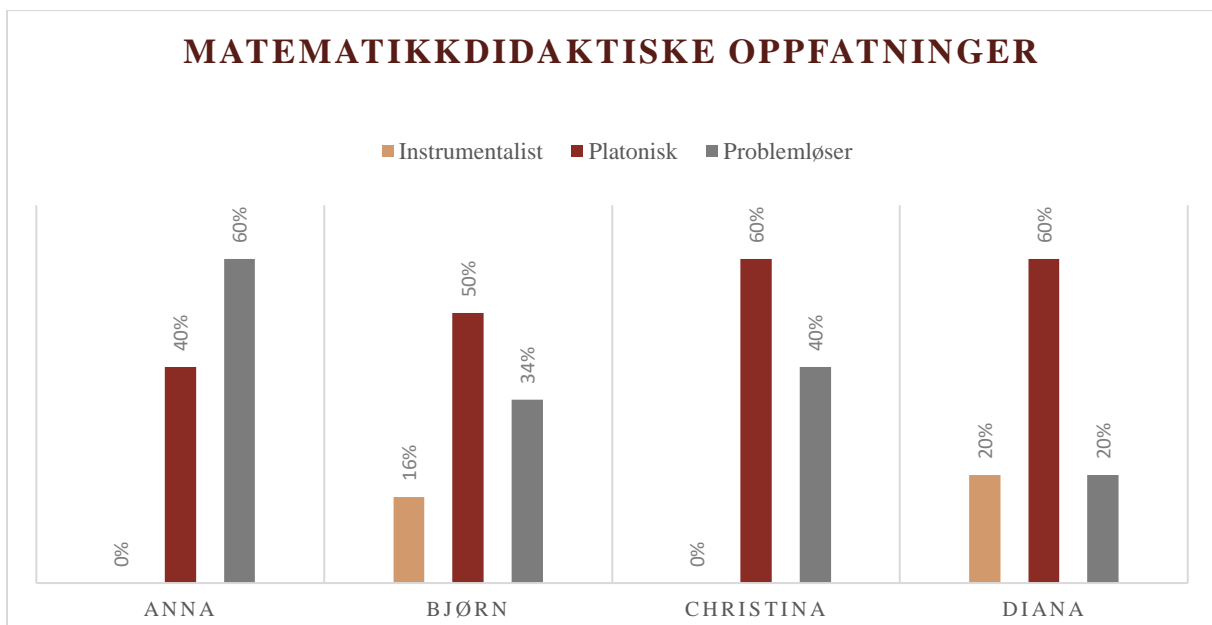
Tabell 4.1.5-1: Oversikt av lærerinformantenes oppfatninger om matematikkens natur, matematikkundervisning og læring av matematikk

I tabellen markeres oppfatningene med understreking for å tydeliggjøre hvilken kategori som er mest fremtredende hos informantene. Anna bærer tydelig preg av kategorien problemløser [P2] jevnt over de tre komponentene av matematikdidaktiske oppfatninger. *Matematikkens natur* tilknyttet Anna sine ytringer om hverdagsmatematikk og teoretisk matematikk. Hverdagsmatematikk er det elevene må forstå [P1] for å klare seg i livet utenfor skolen. Hun vektlegger samtidig en beskrivelse av matematikk som en kontinuerlig prosess av utforskning [P2]. Kategorien problemløser [P2] synliggjøres også i Annas oppfatninger om *matematikkundervisning* og *læring*. Hun fokuserer i stor grad på at elevene skal være selvstendige og «skape» matematikk i diskusjon og samarbeid [P2]. Bjørn skiller seg fra Anna ved at han tyder på å holde flere kategorier [I, P1, P2] oppfatninger om *matematikkundervisning*. Det er samtidig den platoniske [P1] oppfatningen som særlig bemerker seg, der fokuset ofte ligger på forståelse i matematikkfaget.

Det tolkes som at Christina holder en platonisk [P1] oppfatning til *matematikkens natur*, hvor hun anser matematikk som allmenngyldig uansett hvor man befinner seg i verden [P1]. Når det gjelder *matematikkundervisning* og *læring*, blir oppfatningen problemløser [P2] identifisert. Dette begrunnes med hvordan hun blant annet beskriver rollen som *tilrettelegger*, og fokuserer på at elevene skal «lære å lære» [P2]. Diana tyder på å holde en platonisk [P1] oppfatning om *matematikkens natur*, der matematikk er noe som oppdages [P1]. Hun bærer preg av kategorien instrumentalist [I], men heller samtidig mer mot den platoniske [P1] oppfatningen. Ifølge Diana skal elevene *lære matematikk* de får bruk for utenfor skolen [P1]. På den andre siden bærer hun også preg av problemløser [P2] til *læring av matematikk*. Hun beskriver et ønske om å vektlegge oppgaver som setter elevenes læringsprosess i fokus [P2]. I denne komponenten faller Diana

nærmere den platoniske oppfatningen [P1], da hun blant annet gjenkjennes i større grad med lærerrollen som *forklarer* [P1].

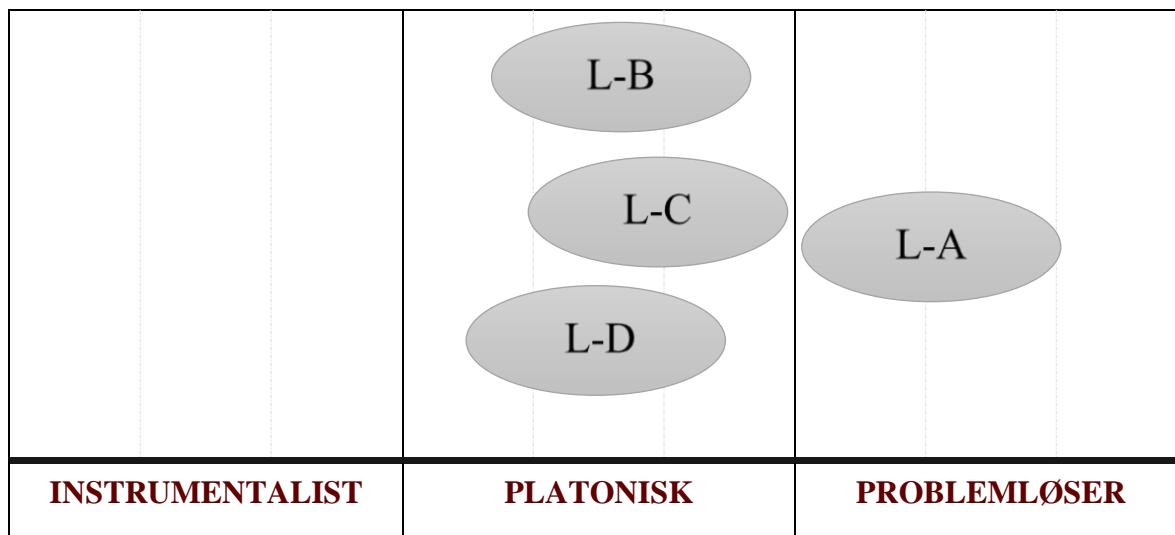
Som nevnt har jeg valgt å inkludere alle de tre komponentene av matematikdidaktiske oppfatninger i denne delen av analysen. Dette er gjort på bakgrunn av teorien til Ernest (1989) som beskriver hvordan de tre kategoriene instrumentalist, platonisk og problemløser uttrykkes i komponentene. Ved å undersøke disse kan jeg styrke mine tolkninger av lærernes oppfatninger om god matematikundervisning. Til å gjøre dette vil jeg illustrere resultatene fra tabell 4.1.5-2 i søylediagrammet nedenfor:



Figur 4.1.5-2: Søylediagram for kategoriene instrumentalist, platonisk og problemløser i lærerinformantenes matematikdidaktiske oppfatninger

Søylediagrammet (4.1.5-2) bidrar til å opparbeide en forestilling av hvordan informantenes matematikdidaktiske oppfatninger ser ut. Det påpekes at jeg ikke har tatt hensyn til hvorvidt de tre kategoriene fremstår som sterke hos lærerne. Eksempelvis holder Bjørn begge oppfatningene platonisk [P1] og problemløser [P2] om *læring av matematikk*, der den platoniske er sterkest. Jeg har likevel valgt å inkludere kategorien problemløser i diagrammet ovenfor, da denne ble identifisert hos Bjørn. En annen måte å fremstille matematikdidaktiske oppfatninger på er gjennom figur 4.1.5-3 nedenfor. Figuren tar utgangspunkt i tabell 4.1.5-1 og søylediagrammet (4.1.5-2) for å illustrere hvorvidt lærernes oppfatninger beveger mot de andre

kategoriene. Retning y-akse i figuren utgjør ingen betydning for resultatene, annet enn å få tilstrekkelig plass til alle informantene. Ernest (1989) sine tre kategorier *instrumentalist*, *platonisk* og *problemløser* er plassert nederst i figuren. Lærernes posisjoner langs horisontal retning utgjør dermed en viktig betydning fra resultatene.



Figur 4.1.5-3: Illustrasjon av lærerinformantenes matematikdidaktiske oppfatninger

Figuren ovenfor kan være behjelpelig i lys hermeneutiske fortolkningsprinsipper, hvor jeg forsøker å knytte *delene* (oppfatninger om matematikkundervisning) opp mot *helheten* (matematikdidaktiske oppfatninger). Denne prosessen er allerede gjort i analysen til hver informant, men jeg vil her kort vise hvordan resultatene inngår i hverandre. Anna ble tolket til å holde en *problemløser-oppfatning* [P2] til matematikkundervisning, noe som samsvarer med figuren ovenfor. Her er Anna (L-A) plassert i kategorien *problemløser* i retning mot *platonisk*. Bjørn (L-B) tyder på å holde alle de tre oppfatningene [P1/I/P2] om matematikkundervisning, men med vekt på den *platoniske* oppfatningen. Dette samsvarer med Bjørn sin plassering i figuren, dersom *problemløser* står sterkere enn *instrumentalist* i Bjørn sin oppfatning om matematikkundervisning. Christina (L-C) er plassert speilvendt med Anna i figuren, hvor hun tyder på å holde nøyaktig motsatt preg av oppfatningene *platonisk* og *problemløser* i forhold til Anna (se 4.1.5-2). Sammenligner man plasseringen til Christina opp mot hennes oppfatninger om matematikkundervisning [P1/P2], tyder det også på at de i stor grad samsvarer. Diana (L-D) er plassert i midten av området for kategorien *platonisk*. Fra koding av Dianas oppfatning om matematikkundervisning [P1/I], ble ikke denne kategorien identifisert alene, men med preg

av oppfatningen instrumentalist. Det kan dermed diskuteres hvorvidt jeg har tolket Dianas oppfatninger korrekt.

4.2 HANDLINGSMULIGHETER MED DIGITALE VERKTØY

Foregående del av analysen har som hensikt å undersøke studiens andre forskningsspørsmål: *Hvordan oppfatter lærerne sine handlingsmuligheter med digitale verktøy for å tilrettelegge for god matematikkundervisning?* Til å belyse dette har jeg valgt å ta utgangspunkt i modellen fra studiens overordnede rammeverk (2.3.3). Det skilles mellom *teknologiske muligheter [TM]* og *pedagogiske muligheter [PM]*, som sammen utgjør handlingsmuligheter med digitale verktøy i matematikkundervisning. Teknologiske muligheter inndeles i *brukervennlighet [B]* og *egenskaper [E]* med hver sine kjennetegn (se vedlegg III for fullstendig kodingsnøkler). Ernest (1989) sine tre kategorier instrumentalist, platonisk og problemløser er innbakt i modellens pedagogiske muligheter. Her skilles det mellom *elevnivå [EN]*, *klasseromsnivå [KN]* og *matematikkfaglnivå [MFN]*. Nivåene og tilhørende kriterier er beholdt fra rammeverket til Hadjerrouit (2017), men omformulert på betingelsen om å identifisere lærernes oppfatninger om god matematikkundervisning. I modellen til analyse av hver informant, markeres delene med grønn farge for å illustrere at de er identifisert. På lik linje med del 1 av analysen blir det her inkludert sitater fra informantene som jeg mener representerer dem på en gyldig måte. Det repeteres også at lærernes utsagn tilhører en større kontekst, men som ikke inkluderes i dette kapitlet på bakgrunn av oppgavens begrensede omfang. Det inngår minimum to digitale verktøy, læremidler eller ressurser til hver informant i analysen. Kriteriet for utvelgelsen er basert på hvorvidt informantene gav innholdsrike beskrivelser og hvordan verktøyet brukes i undervisning og læring av matematikk. Oppsummering av analysen vil redegjøres for sammen med del 1 i 4.3.

4.2.1 ANNA

«For de er jo tross alt oppvokst med det digitale mellom fingrene»

Anna beskriver sin egen interesse for IKT som over gjennomsnittet. Interessen kommer ikke fra utdanningen hennes, hvor kalkulatoren hovedsakelig var det eneste verktøyet som ble tatt i bruk. Gjennom videreutdanningen i 2009 var det et større fokus på Geogebra. Anna har gjennomført diverse IKT-relaterte kurs som ble tilbudt av skolen, og er alltid motivert til å delta i nye kurs. Læreren ble tilbudt kurs i takt med innføring i bruk av digitale verktøy på eksamen i matematikk gjennom LK06. Når det gjelder fornyet læreplan i matematikk, uttrykker informanten trygghet og lite tegn til bekymringer. Samtidig beskriver hun også hvordan kollegaer kan oppleve fagfornyelsen som utfordrende.

Affordances ved dynamisk programvare (Geogebra)

Anna beskriver dynamiske programvarer som uunnværlig i forhold til hvordan det var «for en stund siden». Hun uttrykker muligheter som helt nøyaktige visualiseringer og eksemplifiserer dette med programvaren Geogebra. «Klassisk god bruk» av Geogebra kan være å anvende egenskapen glider² for å illustrere endringer i konstantledd og stigningstall. Anna uttrykker videre hvordan dette bidrar til å tydeliggjøre matematiske sammenhenger for elevene:

22. Anna: (...) Det er jo veldig greit å demonstrere i en graftegner, hvordan det endrer seg ved å legge inn glider og «oi! her kan vi se noen sammenhenger». Det er en sånn klassisk god bruk av graftegner som hjelpemiddel. (...) du vekk hele den prosessen med at vi har fokuset på å tegne flotte punkter, linjer og grafene, sant? Mens her er det bare inn med dem, så får du de opp. Så fokuset fremdeles ligger på analysen, det er et eksempel med dynamikk (...)

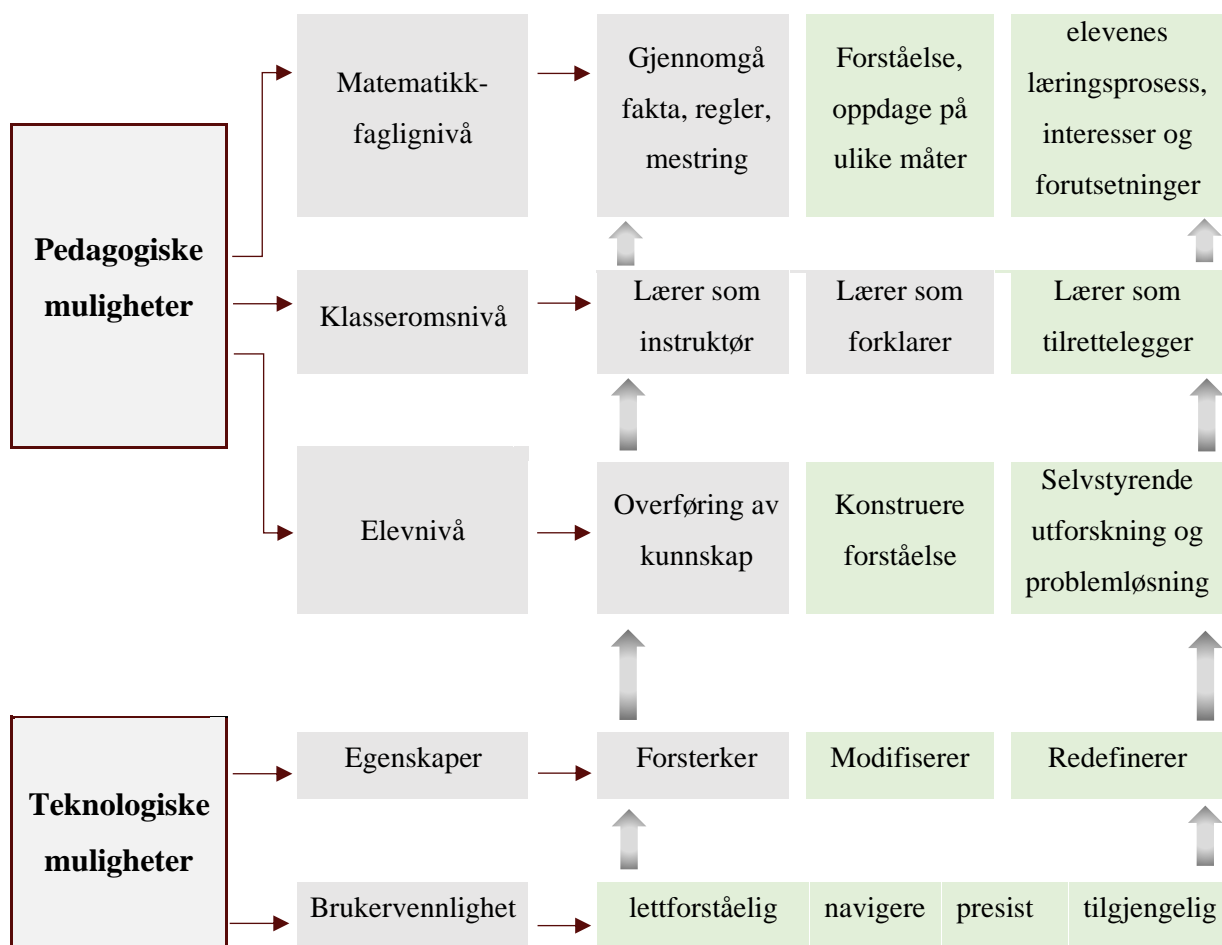
Det kan tolkes som at Anna ser flere muligheter og bruksområder ved Geogebra. I sitatet ovenfor (22) identifiseres teknologiske muligheter i form av *egenskapen glider*. Geogebra utgjør her en *modifiserer og redefinerer* [E], som videre gir muligheter i lys av kategoriene platonisk og problemløser. Ifølge teorien til Hadjerrouit (2017) fremkommer pedagogiske muligheter som et resultat av det teknologiske, noe som tyder på å være gjeldende hos Anna. Ved eksempelet om bruk av glider [E] blir fokuset ført vekk fra «drill-and-skill»-arbeid hos elevene. Her blir pedagogiske muligheter på både *elevnivå* [EN], *klasseromsnivå* [KN] og

²Glider anvendes til å eksperimentere egenskaper ved funksjoner i geogebra. ndla.no

matematikkfaglig nivå [MFN] identifisert. Geogebra bidrar til å muliggjøre en læringsprosess [EN] hvor elevene kan «analysere» og utforske, noe som kjennetegner kategorien *problemløser*. Videre uttrykker Anna bevissthet rundt egen lærerrolle [KN] som «tilrettelegger» når elevene undersøker matematikk i Geogebra. Det tolkes også som hun bevisst velger Geogebra til å nettopp nå målet med undervisningen, noe som kan kobles til et matematikkfaglig nivå. Med det første blir ikke teknologiske muligheter i form av *brukervennlighet* identifisert i Annas beskrivelser. Det blir samtidig tydelig hvordan informanten trolig er bevisst over *teknologiske muligheter* på dette nivået. Eksempelvis nevner hun hvordan Geogebra kan bidra til å spare tid i undervisningen hennes (37):

37. Anna: Enn at det er tidsbesparende og nøyaktig? Ja. (...) Men den dynamiske visualiseringen, å kunne sammenligne da på ulike nivå, for eksempel i geogebra, sant. Det at du kan trekke og endre, den dynamikken får du jo ikke uten (...)

Digitale verktøy som gir teknologiske muligheter i form av å være tidsbesparende og effektivt, knyttes til nivået *brukervennlighet* (Hadjerrouit, 2017). Nivået kan tolkes gjennom Annas tidligere ytringer (22) og i det Anna uttrykker eksplisitt at Geogebra er tidsbesparende og nøyaktig (37). Etter at elevene fikk hver sin Chromebook er også Geogebra tilgjengelig [B] til enhver tid. Nedenfor gis det en oppsummering over nivåene som identifiseres hos Anna:



Figur 4.2.1-1: Analyse av Anna sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter med dynamiske programvare (Geogebra)

Affordance ved programmeringsverktøy (Scratch og Python)

Anna gir inntrykk av å ha en positiv holdning til innføring av programmering gjennom fagfornyelsen. Dette skyldes hvordan programmering kan tilby nye innfallsvinkler, skape realistiske matematiske problemer og komme tettere på elevenes hverdag. Hun uttaler seg også om tidsbesparende muligheter og nøyaktige visualiseringer. Noe som særlig bemerkes i beskrivelsen av elevenes læringsprosess når de arbeider med programmering:

28. Anna: (...) når de oppdager «dette er jo koordinatsystemet. Ja? det er det!», ikke sant? Det at de da kan bruke «nå skal jeg ha et punkt der» og «nå skal jeg ha et punkt der» og «det henger jo... det kan jeg... jeg kan gjøre de beregningene for å komme dit». (...) Da tror jeg vi kan snakke om at det er å komme tettere på elevenes hverdag. For de er jo tross alt oppvokst med det digitale mellom fingrene. Også det med i forhold til å skape andre ting med bevegelse, osv. Jeg har ikke brukt det, jeg ser en del av de eksemplene som kommer fra forlagene nå, da er det sånn at nå skal vi lage en kalkulator og slikt. Jeg har

ikke brukt det på den måten, til å gjøre beregninger enda, for jeg har hatt... ja, nå har jeg hatt de i programmering da, så har jeg hatt sånne kodetimer innimellom med de da. (...)

Det tolkes som det å undersøke og utforske [P2] utgjør en affordance, eller handlingsmulighet ved programmeringsverktøy for Anna. *Teknologiske muligheter* i form av *brukervennlighet* ved programmeringsverktøy oppleves som utfordrende å tolke hos Anna. Dette kan skyldes hvordan Anna muligens ikke opplever utfordringer, verken for seg selv eller elevene, på dette nivået. Denne tolkningen er basert på hvordan hun tidligere uttalte seg om elevenes kjennskap til programmeringsverktøy. Det tolkes videre som at Anna ser på programmeringsverktøy som *redefinerer* [E], der endringer i matematikkoppgaver ikke er mulig foruten.

Blant *pedagogiske muligheter* med programmeringsverktøy identifiseres alle tre nivåene hos Anna. I likhet med Geogebra, tyder det på at Anna vektlegger programmeringsverktøy for å muliggjøre ønsket matematikkundervisning [MFN]. Oppfatningen i form av problemløser blir også tydelig når Anna uttrykker elevenes respons på slike undervisningsaktiviteter:

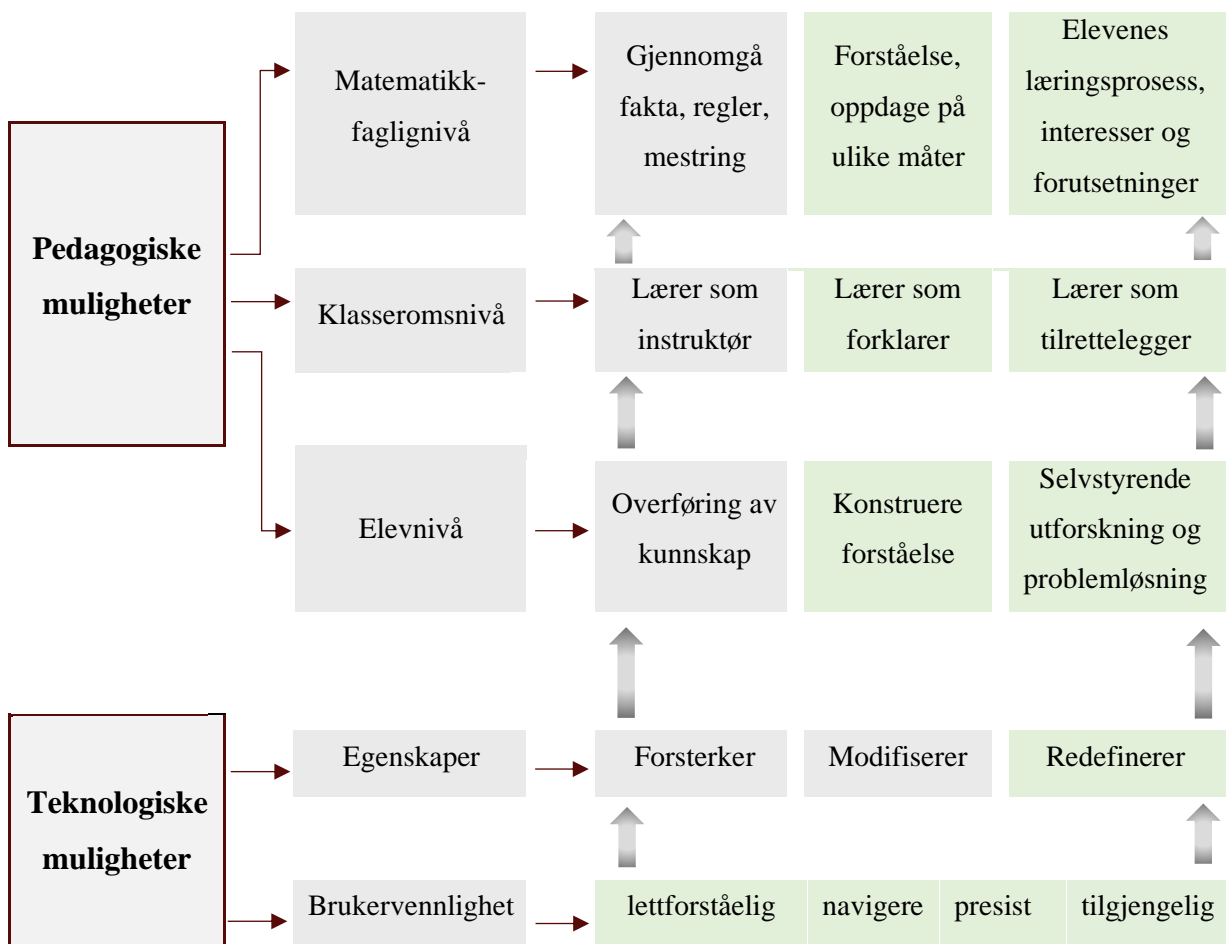
31. Anna: Ja! De syntes det er kjempe gøy. Så har vi undersøkt dette med vinkler i mangekanter i Scratch. (...) Det er noe med den visualiseringen og de beregningene de må gjøre som gir de en annen innfallsvinkel, og jo flere innfallsvinkler - jo bedre fellesforståelse utvikler de.

I Annas besvarelse på spørsmålet om hvordan elevene responderer på arbeid med programmering, tilføyer hun også at elevene kan undersøke vinkler i geometriske figurer i Scratch. Ytringen bidrar til å forsterke tidligere antakelser om at Anna ser pedagogiske muligheter i lys av kategorien problemløser. Programmeringsverktøy kan brukes til å både introdusere et nytt emne i matematikk [P1], så vel som elevenes selvstendige utforskning [P2]. Det skal samtidig bemerkes hvordan programmeringsverktøy i introduksjon av et nytt emne tilknyttes elevenes forutsetninger:

37. Anna: (...) Det å introdusere noe[matematisk emne] gjennom programmering, det skjønner elevene sånn *knips*. Det er vanskeligere for dem når du står og skriver på tavlen. Du ser jo det at «her har du $a+a=2a$ », den tar de kjappere, eller mange da, tar den lettere når de ser det på, når de skal bruke det for å programmere noe (...)

Med det første kan det tyde på at programmeringsverktøy anvendes som *forsterker* [E], hvor det erstatter den tradisjonelle tavlen. På den andre siden tolkes det som at Anna oppfatter bruk av programmeringsverktøy til å nettopp unngå den tradisjonelle tavleundervisningen (37). Her er det viktig å være observant med hermeneutiske fortolkningsprinsipper, hvor min

forforståelse kan føre til mistolkninger av Anna sine oppfatninger. Ved å heller knytte ytringen opp mot den helhetlige forståelsen jeg har av Anna, ser jeg en rolle [KN] som *forklarer* i introdusering, mens hun påtar seg rollen som *tilrettelegger* i elevenes utforskende aktiviteter [EN]. Før jeg oppsummerer hvilke nivåer og begreper som er gjenkjent i Annas oppfatninger om programmeringsverktøy, vil jeg påpeke nivået brukervennlighet. Dette nivået er som sagt noe utfordrende å tolke ettersom Anna ikke nevner det eksplisitt. Det har samtidig blitt gjenkjent at elevene er innforstått med programmering, og at de vet hva de skal gjøre (37). Selv om ikke Anna nevner konkret *tilgjengelighet*, er dette noe som også trekkes frem fra tidligere ytringer 1:1 løsninger med Chromebooks til hver elev. Se figur 4.2.1-2 for oppsummering.



Figur 4.2.1-2: Analyse av Anna sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter med programmeringsverktøy (Scratch og Python)

4.2.2 BJØRN

«Det å sitte og leke seg med det kan jo gi ny forståelse»

Bjørn beskriver hvordan han verken er den som anvender IKT i størst eller minst grad på arbeidsplassen. Interessen for IKT har gått frem og tilbake de siste årene, men i dag anvender informanten digitale verktøy der det oppleves som nyttig. Dette er ulikt fra tidligere, der målet var å anvende IKT i størst mulig grad:

30. Informant: Før var den[interessen for IKT] veldig høy. (...) Før tenkte jeg at det var viktig å bruke data og det var viktig å bruke digitale hjelpemidler fordi at det hadde en egen verdi i seg selv. Det har jeg falt litt mer vekk ifra. Vi bruker det der det er nyttig, mer enn at det er et mål å bruke data mest mulig. Eh.... *stille*

I likhet med Anna, beskriver også Bjørn hvordan IKT ikke ble vektlagt i lærerutdannelsen. Informanten smiler når han uttrykker hvordan skolen hadde internett, noe som ikke var utbredt på den tiden. Programvarer ble hovedsakelig brukt til oppgaveskriving på PC, men det ble ikke gitt innføring i digitale verktøy, og særlig ikke i matematikk. Selv om Bjørn tok videreutdanning var det ikke mye fokus på digitale verktøy der heller. Læreren uttrykker at han har tatt kurs, hørt på tips fra kollegaer eller bekjente fra andre skoler for å finne inspirasjon og tips om bruk av digitale verktøy. Bjørn beskriver seg selv som trygg i programvaren Geogebra, noe han påpeker kan skyldes et to-dagers kurs i programvaren.

Affordances ved internettjeneste (Google Classroom)

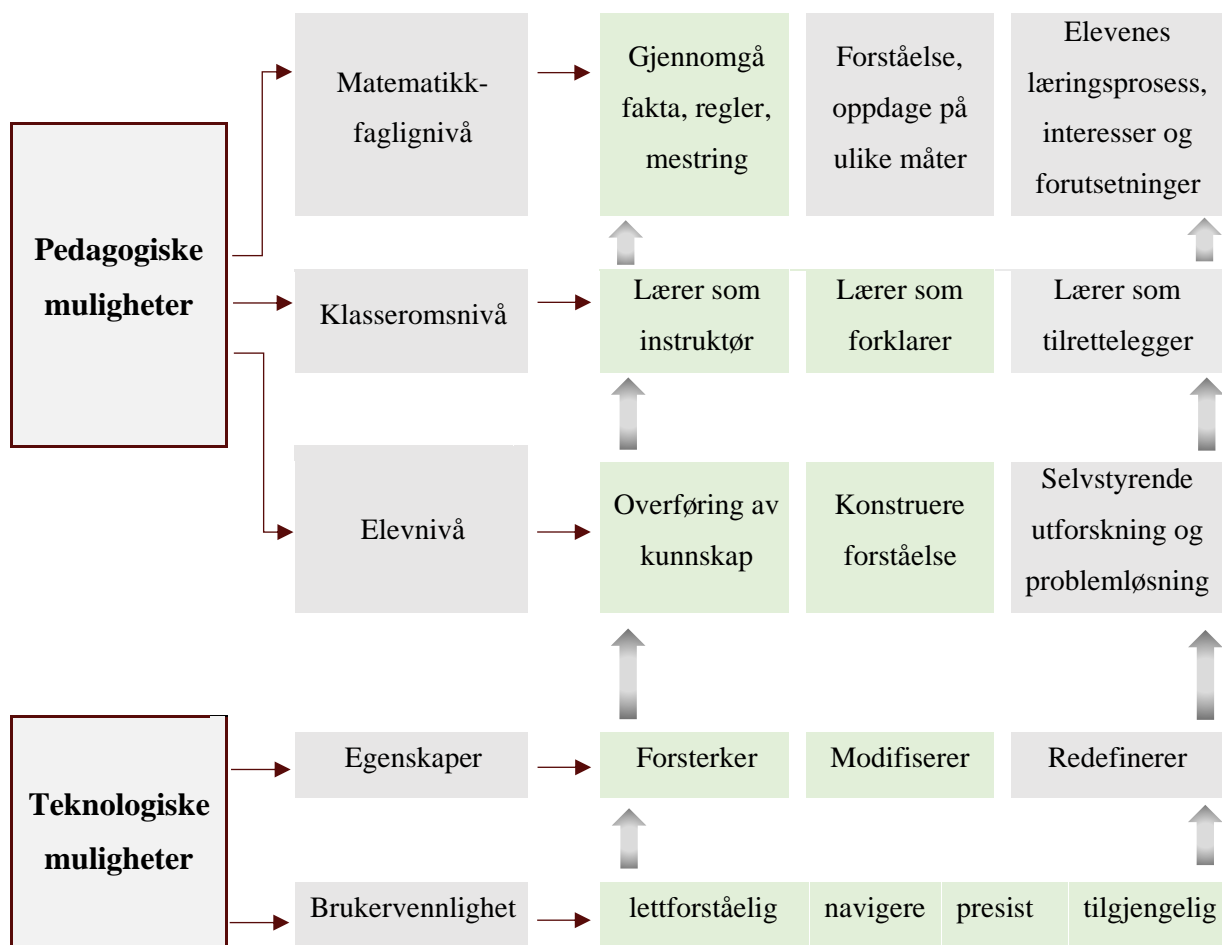
Google Classroom tilknyttes ikke direkte til matematiske beregninger eller oppgaver, men inkluderes likevel ettersom nettjenesten i stor grad vektlegges i Bjørn sine uttalelser. Informanten beskriver hvordan Google Classroom brukes for å gi oppgaver til elevene. Gjennom delingsmuligheter i nettjenesten blir det svært overkommelig å følge med på elevenes arbeid. Elevene vil også ta mer ansvar for egen læring, der de selv velger hva de vil arbeide med i timen. Informanten eksemplifiserer dette ved hvordan han har gitt innlevering om temaet økonomi i matematikk. Fra innleveringen velger også elevene selv hvordan de vil benytte internett, videoer eller læreboken for å komme frem til svarene:

34. Bjørn: (...) altså, det er jo ikke noe regning, det er bare sånn «finne ut». Da så vi litt filmer først, så har de og søkt litt på nettet og prøvd å svare på en hel haug med spørsmål rundt økonomi. For eksempel «hva er rente? hva er fordelene med et serielån i forhold til et annuitetslån?», «hvor mye penger får du av

lånekassen hvert år?» (...) slikt er jo ikke standard matematikk, de sitter jo ikke og regner oppgaver, men det arket kan jo jeg til enhver tid se hva hver og en av dem har gjort, så kan jeg se hvor langt de har kommet.

Gjennom Bjørn sine uttalelser blir både *teknologiske [TM]* og *pedagogiske muligheter [PM]* identifisert. Jeg vil begynne med å se på teknologiske muligheter i form av nivåene *brukervennlighet* og *funksjonalitet*. Brukervennlighet kan tilknyttes Bjørn sitt utsagn om at alle elevene nå har hver sin datamaskin, noe som kan kobles opp mot tilgjengelighet [B]. Når elevene har tilgang til verktøyet, vil de også få mulighet til å bruke det hyppigere. Dette er forenelig med teorien til Hadjerrouit (2017) som understreker hvordan muligheter med digitale verktøy starter med brukervennlighet. Andre preg av brukervennlighet i Bjørn sine utsagn kan knyttes til hvordan han beskriver at elevene «ser hva de skal gjøre». Her tolkes det som at Google Classroom er oversiktlig for elevene, da Bjørn ikke uttrykker utfordringer med dette.

Videre tolkes det som at Bjørn ser *pedagogiske muligheter* ved Google Classroom, til tross for at det ikke konkret omhandler matematiske oppgaver i form av beregninger (34). Kategoriene instrumentalist og platonisk gjenkjennes på et *elevnivå* og *klasseromsnivå*. Her vil jeg gjenta hvordan Bjørn er bevisst over hvordan Google Classroom ikke tilbyr endringer for matematiske oppgaver. Dette gjør det kanskje noe urettferdig å inkludere kategorien instrumentalist i denne situasjonen. Samtidig innebærer det ikke at Bjørn ser på mulighetene som negative, noe som kan tolkes i lys av egenskapene *forsterker* og *modifiserer* nettjenesten tilbyr. Det tyder på at egenskapen *modifiserer* er det som medfører Bjørn sine positive holdninger til nettjenesten. Delingsmuligheter i Google Classroom er noe som endrer matematikkoppgavene på en betydelig måte, der Bjørn aktivt kan kommunisere med elevene samtidig som at de selv bestemmer arbeidsprosessen. Rollen som lærer knyttes opp til *forklarer* med hvordan Bjørn gir elevene oppdrag. Oppgavene på nettjenesten bidrar også til å effektivisere og spare tid i elevenes arbeid med mengdetrening [E]. Med dette har jeg gjenkjent følgende begreper fra det overordnede rammeverket:



Figur 4.2.2-1: Analyse av Bjørn sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter ved nettjeneste (Google Classroom)

Affordances ved dynamisk programvare (Geogebra)

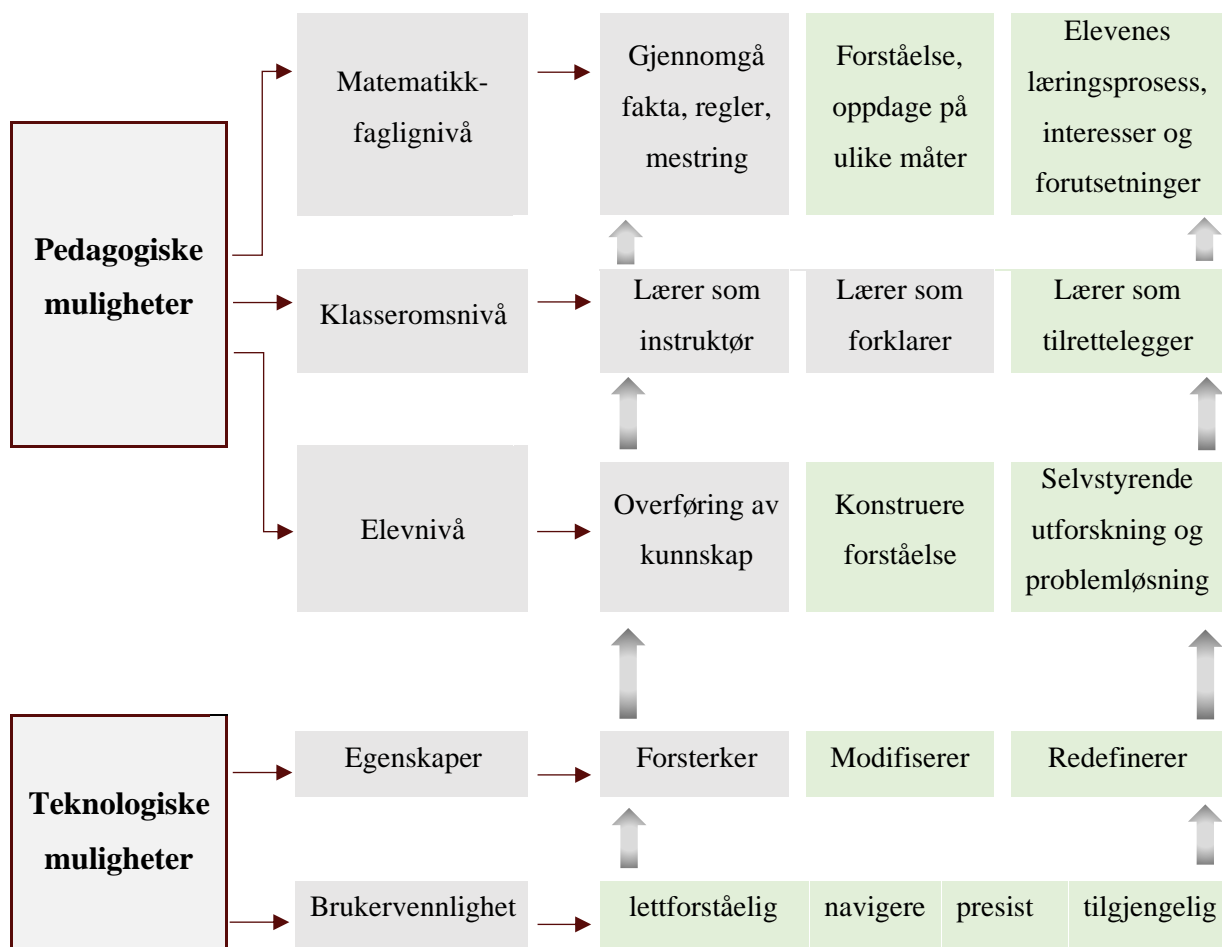
Lærerinformanten redegjør for implementering av Geogebra i matematikkundervisningen. Elevene kan få lekse i å bruke Geogebra slik at de kan jobbe mer med det i undervisningstimene. Når Bjørn uttrykker seg videre om Geogebra, bemerkes det fort hvordan han ser muligheter til å fremme undersøkende og utforskende undervisningsaktiviteter for elevene:

63. Bjørn: (...) så sa jo jeg og dette med å prøve å sette inn animasjoner i Geogebra. I forrige kullet jeg hadde var det elever som satt og laget animasjoner med farger og sporing, det så jo ut som diskolys med bølger, og en sirkel som bevegede seg rundt og firkanter som endret form (...) det ser jo utrolig stilig ut og det er jo egentlig enkel programmering i Geogebra. Det er jo på en måte det å sitte og leke seg med det kan jo gi ny forståelse, sant?

(...) når vi har hatt funksjoner, så har vi hatt sånn standardformen med $y = ax^2 + bx + c$, og så satt inn glidere for a, b og c, da ser jo de sammenheng mellom konstantledd og at den alltid krysser y-aksen i konstantleddet, uansett hvordan resten av grafen ser ut, sant. (...) De forstår jo mye mer av å sitte å prøve seg og dra i disse gliderne, så sånn sett kan jo det forekomme læring uten at de løser det, men at de bare sitter og bruker det.

Det kan tyde på at Bjørn opplever utforskende *egenskaper* som en fordel ved Geogebra. Hadjerrouits (2017) nivå *brukervennlighet* kan også tolkes tilbake til Bjørns utsagn om hvordan tilgjengelighet på datamaskiner fører til økende bruk av Geogebra. Dette nivået kobles også opp mot hvordan designet på programvaren er oversiktlig på en måte som gjør at elevene forstår innholdet. Basert på Bjørn sine beskrivelser (63), tolkes det som at dette ikke er et problem for elevene, der de arbeider med avanserte funksjoner eller egenskaper i programvaren. Egenskapene *modifiserer* og *redefinerer* identifiseres med hvordan elevene får mulighet til å undersøke endringer i funksjoner med glider, og «leke seg» med ulike verdier. Videre tyder det på at Geogebra tilbyr en rekke muligheter for ulike egenskaper. Elevene får mulighet til å reflektere og tolke sammenhenger om hvorfor grafer synker og stiger ved å endre verdier (63). Videre fikk Bjørns tidligere elever mulighet til å utforske animasjoner i Geogebra, der det ble utformet ulike figurer.

Videre kan Geogebra sine ulike dynamiske egenskaper tilknyttes *pedagogiske muligheter*. Her tolkes det som at teorien til Hadjerrouit (2017) gjør seg gjeldende med hvordan pedagogiske muligheter fremkommer som et resultat av de teknologiske mulighetene. Dette bemerker seg gjennom Bjørn sitt eksempel om hvordan elevene arbeider med matematiske oppgaver i Geogebra (63). På et *elevnivå* tolkes det som at Bjørn ser muligheter i form av å knytte oppgaven til noe som er spennende og kjekt for elevene. Egenskapen *glider* i Geogebra gir fordeler i elevenes forståelse, der de får mulighet til å blant annet undersøke forhold i ligninger og grafer [EN]. Det tyder også på at Bjørn ser pedagogiske muligheter med programvaren som fremmer ulike matematiske representasjoner og visualiseringer for elevene (63). På et *klasseromsnivå* tolkes det også som at elevene er i sentrum og at Geogebra før større plass i undervisningen. Når oppgaven ikke har et fasitsvar eller en bestemt fremgangsmåte, fremmer også dette konstruktivistiske læringstilnærminger. Bjørn nevner at elevene får mulighet til å leke seg i programmet, tolke og undersøke, og se sammenhenger og mønstre. Det tolkes som at informanten ser pedagogiske muligheter for læring og forståelse i slike prosesser, selv om noe ikke løses (63). Dette minner om et konstruktivistisk læringssyn, hvor elever selv utforsker og konstruerer forståelse.



Figur 4.2.2-2: Analyse av Bjørn sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter ved dynamisk programvare (Geogebra)

4.2.3 CHRISTINA

«Vi må ta oss tid til det, og igjen faller dette tilbake til det at vi skal lære dem å lære»

Christina uttrykker interesse for digitale verktøy og beskriver at de "kan være gode". Informanten er «for og imot det digitale», og tilføyer at det foretrekkes en variasjon i undervisningen. Hun ønsker ikke å ekskludere skrivebøker i matematikkfaget. Vektlegging av IKT i lærerutdanningen beskrives som minimal. Hun retter seg til dyktige kollegaer på skolen for å tilegne inspirasjon og tips om ulike bruksområder med digitale verktøy. IKT-relaterte kurs fra kommunen bidrar også til å opparbeide digital kompetanse, ifølge læreren. Å delta på kurs er tidssparende og behjelpelig da det gis konkrete og praktiske eksempler.

Affordances med omvendtundervisning (Campus Inkrement)

Christina uttrykker positiv holdning til bruk av Campus Inkrement i omvendt undervisning. Det er tidsbesparende og skaper rom for diskusjon i klasserommet. Den digitale læringsressursen brukes også på «regnedager» der elevene løser matematikkoppgaver i som er utformet i lys av del 1 og del 2 på eksamen.

67. Christina: (...) Det er tidsbesparende på den måten at du trenger ikke å bruke så stor av timen på tavleundervisning, når man har kommet inn i det med omvendt undervisning. Også det at det blir mer tid til diskusjoner. (...) For eksempel når vi har regnedager, så er jo det ofte slik at på tentamener og eksamener så har man del 1 og del 2, og da har vi laget del 1 i Campus Inkrement. Det er veldig tidsbesparende når dataprogrammet retter og gir rapporter på elevene (...)

Det tyder på at Christina ser muligheter med Campus Inkrement til å fremme foretrukket undervisningsmetode (67). Hermeneutiske fortolkningsprinsipper bemerker seg særlig i dette tilfellet, hvor tolkningen baseres på min forforståelse fra tidligere analyse (4.1.3). Christina uttrykker negative oppfatninger knyttet til tavleundervisning og passiv mottakelse av kunnskap for elevene. Læreren uttaler seg videre om hvordan *egenskaper* ved Campus Inkrement medfører fordeler i undervisningen:

75. Christina: (...) En ting er at du kan se hvem som har sett videoen, men du kan se hvor mye tid de har brukt på det. Så kan de stille spørsmål, sånn at når vi kommer til undervisningen så er vi forberedt på noen av spørsmålene.

Det kan tolkes som at Christina tar utgangspunkt i elevenes forutsetninger når undervisningen planlegges og forberedes. I Campus Inkrement får elevene mulighet til å stille spørsmål til leksene, noe som danner et utgangspunkt for diskusjoner i matematikkundervisningen. Det gis også rapporter på statistikk over hvorvidt elevene gjennomfører leksene, slik at Christina lettere kan følge med på hver elev (75). Med dette tolkes det som at Christina ser muligheter i form av egenskapene *forsterker* og *modifiserer* med Campus Inkrement. *Forsterker* knyttes til effektivisering av elevenes arbeid med mengdetrening i matematikk. Den digitale læringsressursen kan også betegnes som *modifiserer* i lys av Christinas uttalelser. Elevene får mulighet til å stille spørsmål knyttet til leksene gjennom Campus Inkrement. En slik mulighet vil ikke være mulig med analoge teknologier, og blir dermed identifisert som *modifiserer*.

Når det gjelder *brukervennlighet* i Campus Inkrement, kan det tolkes som at Christina ser noen utfordringer. Forholdsvis tidlig i intervjuet ble det nevnt hvordan omvendt undervisning ikke alltid er like overkommelig for alle elevene. Det nevnes særlig utfordringer knyttet til relasjonen mellom elevene og foreleseren i læringsvideoene:

16. Christina: (...) Noe en bør være bevisst over, er at det ikke er slik at eleven går hjem, ser video og automatisk kan det som blir sagt. For det er noe med relasjonen der, og det jeg opplever er at elever kommer og sier de ikke forstår. Så gjentar du bevisst det som ble sagt i videoen og da får de en sånn der «å-ja!». Så der viser det hvor viktig den relasjonen er for at de skal tilegne seg kunnskap (...)

Det tolkes som at Christina vektlegger betydningen av lærer-elev relasjonen som en viktig forutsetning for elevenes læringsprosess. Informanten uttrykker hvordan elever ikke alltid forstår de matematiske konseptene når de ikke har relasjon til læreren i videoene. Her kan det trekkes koblinger til Hadjerrouit (2017) sin teori, hvor det beskrives at pedagogiske muligheter oppstår etterfulgt av de teknologiske mulighetene. I dette tilfellet tyder det på at Christina ikke alltid opplever Campus Inkrement som *lettforståelig* for alle elevene [B]. Her påpekes det at *brukervennlighet* vanligvis knyttes til design, menyer og navigasjonsmuligheter (Hadjerrouits, 2017). Samtidig er hensikten med nivået å understreke hvordan verktøyet må være forstått for å få tilgang til mulighetene på høyere nivå.

Christinas oppfatninger om pedagogiske muligheter med Campus Inkrement blir synlig gjennom intervjuet. I likhet med tidligere analyse (4.1.3), gjentar informanten ytringen om at elevene skal «lære å lære». Videre begrunner hun hvordan Campus Inkrement fremmer dette undervisningsmålet:

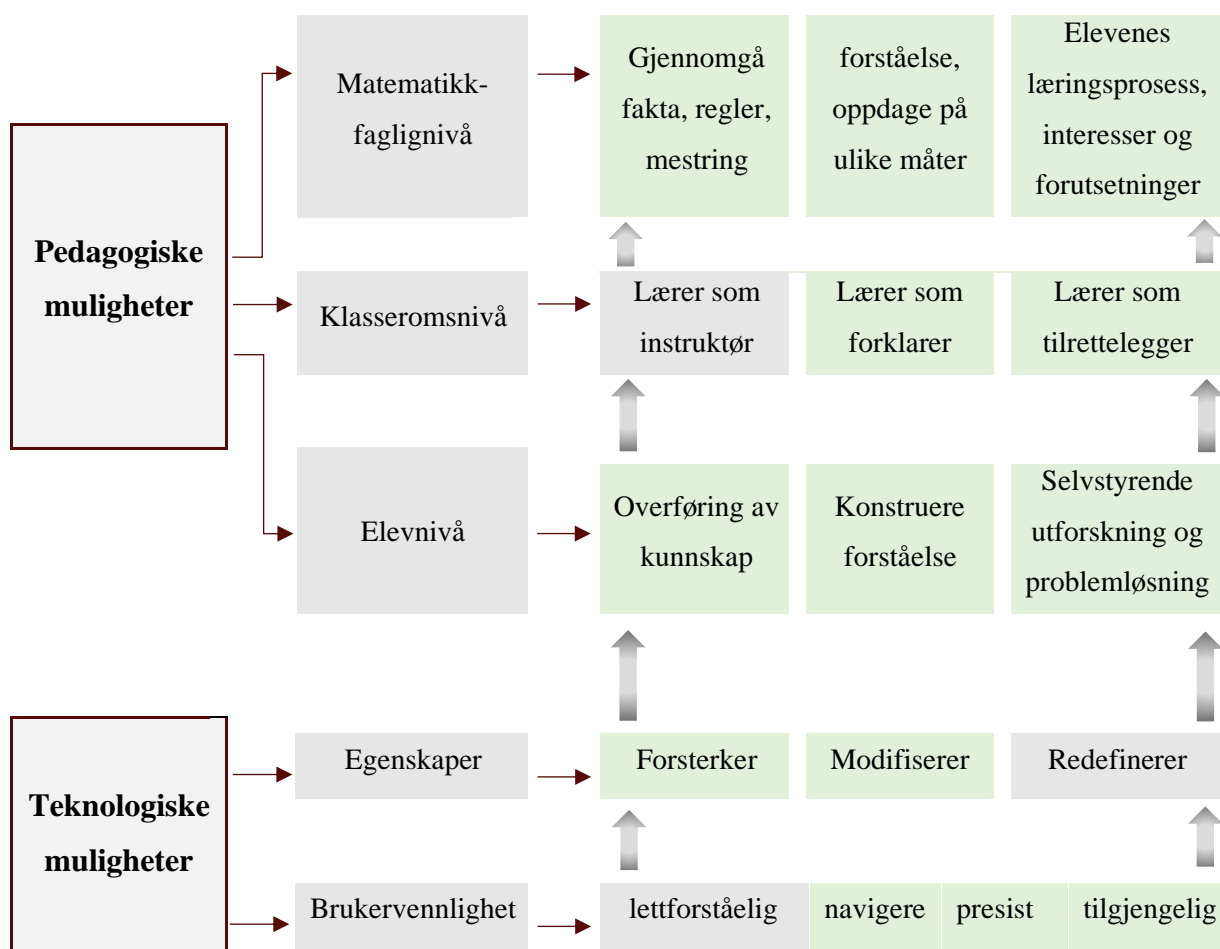
18. Christina: For det er jo det vi gjør på skolen, for å lære de å lære. Det er jo noe de kan ta med seg videre. Når de møter et problem så vet de at «ok, jeg kan i hvert fall se en video» eller finne lærdommen.

24. Christina: For det vi oppfatter med tavleundervisning; det funker for noen. I en hel klasse så er det nok veldig få, egentlig. Fordi de sitter og det ser ut som de følger med, men ofte er tanken på det som skjedde i friminuttet. (...) De har ofte en innstilling «dette kan jeg ikke», og da kan du forklare så grundig du vil, men da har [de] allerede blokkert det. Når vi setter krav til dem med disse videoene, at de skal notere, da må jo de høre etter og må ta ut viktige... arg, ikke argument men... eksempler og regler.

Det tolkes som at Christina ser muligheter med Campus Inkrement som igjen kan fremme en selvstendighet for elevene [EN]. Samtidig nevner hun hvordan elevene kan uthente «regler» og «eksempler» (24), noe som kan tilknyttes en instrumentalistisk oppfatning [EN]. På den andre siden velges Campus Inkrement for å nettopp unngå tradisjonell undervisning. Med dette kan det tyde på at Christina anvender Campus Inkrement fordi det skal bidra til selvstendighet, undersøkende oppgaver og diskusjon i matematikk. Lærerrollen hennes blir dermed mer som en *tilrettelegger* [KN]. En platonisk oppfatning om matematikkundervisning og læring kan også identifiseres hos Christina:

112. Christina: (...) det er viktig å få frem at det er ulike måter å komme fram til svaret, slik at det er en form for diskusjon. Om det er på grunn av læringsvideoen eller måten vi legger opp undervisningen på, det er heller uvisst. (...) Så man kunne nok fått det til uten, men jeg synes du gjør det lettere når vi har hatt en omvendt undervisning. Jeg syntes jo det er genialt, læringsvideoer.

Ettersom Christina beskriver «ulike måter å komme frem til svaret» (112), kan det tyde på at matematikk skal oppdages [MFN]. I lys av hermeneutiske fortolkningsprinsipper synliggjøres det samtidig hvordan Christina uttrykker dette i lys av elevenes forutsetninger. Christinas oppfatninger om pedagogiske og teknologiske muligheter med omvendt undervisning (Campus Inkrement) kan dermed oppsummeres i modellen (4.2.3-1) nedenfor.



Tabell 4.2.3-1: *Analyse av Christina sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter med omvendt undervisning (Campus Inkrement)*

Affordances ved dynamisk programvare (Geogebra)

Christina foretrekker å variere bruk av analoge teknologier og digitale verktøy i matematikkundervisningen. Til dette eksemplifiserer hun hvordan Geogebra kan være nyttig i geometri, men at vi ikke må glemme passer og linjal. Informanten er også delvis usikker på hvorvidt Geogebra bidrar til å skape bedre forståelse for elevene, fremfor å løse oppgavene for hånd:

71. Christina: (...) skal man bruke passer fordi at man bruker hendene og «få det inn», eller skal man bruke Geogebra fordi at man får en større forståelse, dette med sirkler? (...) For noen [elever] er det digitale bedre, men for de som kanskje syntes at matematikk er vanskelig, men de er veldig kreativ, de hadde nok hatt mer utbytte av å tegne med passer.

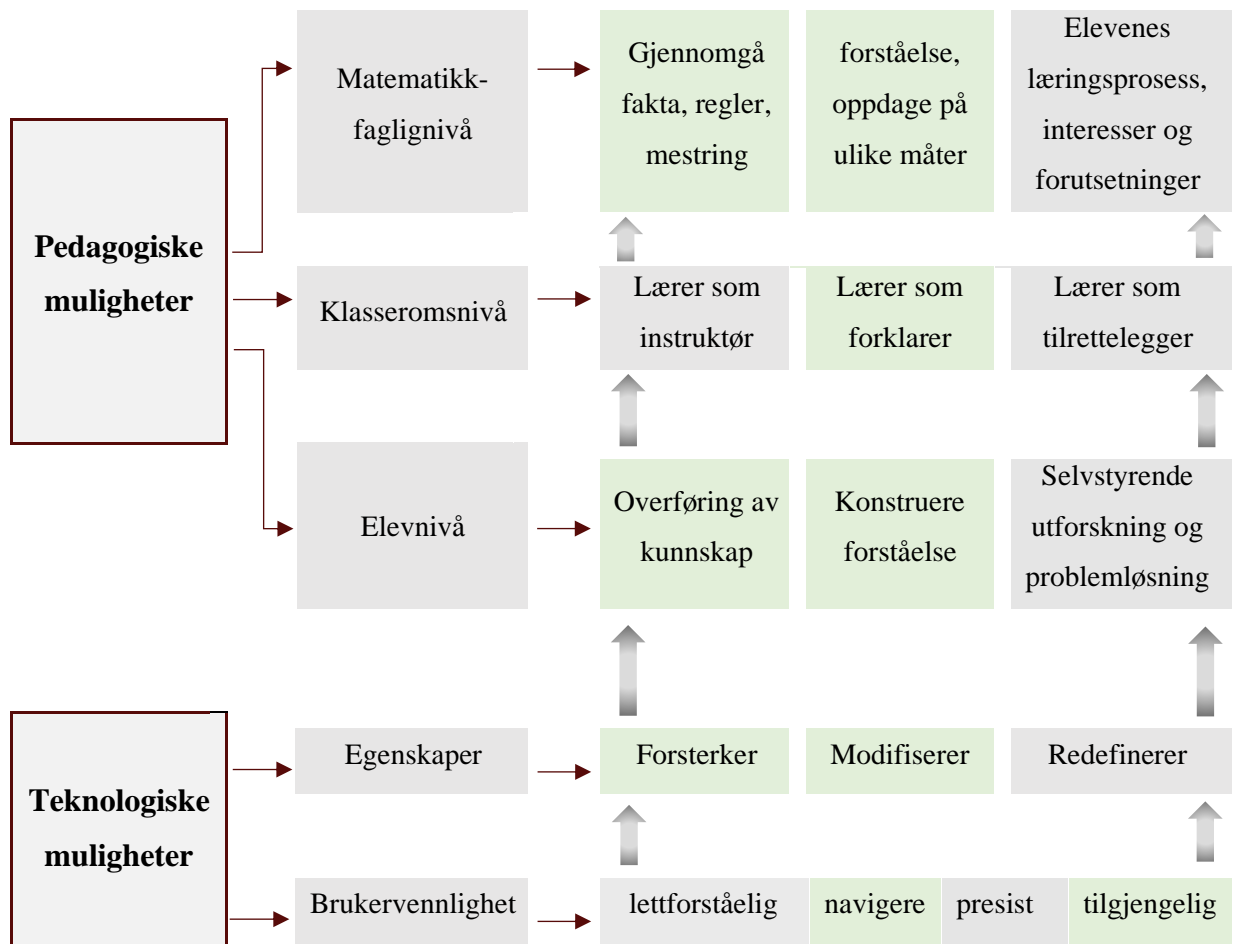
I utdraget ovenfor beskriver Christina hvordan elevene får en «større forståelse» [EN/MFN] med Geogebra, men at programvaren samtidig ikke er like hensiktsmessig for alle elevene. Dette gjelder elever som opplever matematikk som utfordrende, men likevel har kreative egenskaper (71). Senere i intervjuet tilføyer også informanten hvordan disse elevene føler seg «tryggest» med passer og papir. Elevene som presterer på høyere nivå i matematikk får et bedre utbytte av Geogebra. Dette er noe som uttrykkes gjennom undervisvurderinger og samtaler med elevene.

88. Christina: Resultatene ble for så vidt gode fordi fordelene her igjen er at de kan gjøre en god jobb på forhånd med å lagre arbeidet de har gjort, så kan de hente det frem igjen. (...) Men da syntes jo jeg at det ikke viser forståelse, de viser at de har gjort det tidligere og det er litt forskjellig. Så da er den verdien i samtalen fra undervisvurderingen mye større da, syntes jeg.

Det kan tolkes som at Christina baserer *pedagogiske muligheter* med Geogebra etter elevenes nivå [P1] i matematikkfaget. Det blir også trukket frem hvordan elevene får gode resultater fordi det fremhentes tidligere arbeid som er lagret på datamaskinen [I]. Dette fører ikke nødvendigvis til læring, ifølge informanten (88). Hun baserer derfor oppfatningen sin på formative samtaler med elevene. Læreren reflekterte videre rundt faktorer som ville gjort implementering av IKT mer overkommelig:

96. Christina: (...) med de elevene som for eksempel har blitt introdusert med Geogebra på barneskolen, da går det forttere på ungdomskolen å komme inn i det. (...) du må gjennom en prosess i åttende [trinn], gå fra den trygge tavleundervisningen til å være selvstendig (...)

Christina sin oppfatning om god matematikkundervisning gjenkjennes her med hvordan hun ønsker at elevene skal opparbeide selvstendighet i matematikkfaget. De skal lære å angripe et problem selv, uten å følge instruksjer (4.1.3). Problematikken rundt Geogebra kan skyldes hvordan elevene nettopp ikke er vant med slike aktiviteter (96). I lys av hermeneutiske fortolkningsprinsipper, kan det samtidig tolkes som at utfordringen ligger på nivået *brukervennlighet*. Christina nevner aldri hvordan Geogebra gir muligheter til utforskning og problemløsning, men heller elevers *forståelse* i geometri [EN] Handler det om at elevene anvender Geogebra på barneskolen, slik at når de kommer på ungdomskolen så er de *kjent* [B] med programvaren? Christinas oppfatninger om handlingsmuligheter med Geogebra oppsummeres i modellen nedenfor.



Tabell 4.2.3-2: *Analyse av Christina sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter med dynamisk programvare (Geogebra)*

4.2.4 DIANA

«...vi kan ikke drive dybdelæring hvis ikke vi har lært å vasse først. Fordi da har vi ingenting ute på dypet å gjøre»

Blant de fire informantene er Diana den eneste som uttrykker mindre interesse for IKT, mer konkret «under middels», ifølge informanten. Diana aldri har vært opptatt av å bruke mye tid foran en skjerm, noe som heller ikke er måten hun lærer best på. Erfaringer med bruk av digitale verktøy fra utdanningen var også fraværende. En mindre interesse for IKT har påvirket bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen, noe hun «innrømmer» i intervjuet. Læreren har alltid vært «forkjemper av Excel og Geogebra», noe som i dag har forandret seg. Diana uttrykker hvordan hun i dag ser verdien av å bruke IKT i undervisnings- og jobbsammenheng. Årsak til dette kan være hvordan hun ble «pushet inn i det», ifølge informanten. Til dette blir hun spurt om å utdype hva som utgjorde endringen i å anvende digitale verktøy.

55. Diana: Kollegaer, kombinert med en læreplan der det faktisk ikke er lov å ikke bruke det, og nye krav til eksamen. Altså, elevene skal kunne svare digitalt og snart skal hele[læreplanen] digitaliseres, så... kan man si frivillig tvang? He-he

Kollegaer og krav fra læreplan virker som å være en faktor som påvirket Diana til å begynne å implementere IKT i hennes undervisningspraksis (55). Læreren smiler litt mens hun tilføyer «frivillig tvang» (55) som en av grunnene. Diana beskriver også hvordan nytteverdi og viktighet ved bruk av digitale verktøy nå er mer tydelig for henne. Slik tolkes det som at læreren kanskje ikke alltid har opplevd muligheter og fordeler ved å anvende digitale verktøy i matematikkfaget.

Diana skiller seg ut fra de andre informantene i delen av intervjuet som omhandler IKT. Mens de andre informantene gav utfyllende besvarelser i spørsmål tilknyttet IKT, blir dette til tider opplevd som noe utfordrende med Diana. Spørsmål blir i enkelte tilfeller besvart i form av ja/nei-svar eller kortere setninger. Dette oppleves ikke i resten av intervjuet med Diana. I analysen blir det vurdert om Dianas lave interesse for IKT kan ha utgjort en betydning for dette, særlig ettersom dette mønsteret ikke ble funnet hos de andre informantene. Samtidig er ikke målet med denne studien å identifisere årsaksforhold, noe som gjør at jeg ikke vil utdype dette ytterligere. Kritik til våre roller som forskere kan også diskuteres i dette. Jeg anser dette som verdt å nevne da analyse av Dianas oppfatninger om teknologiske og pedagogiske muligheter er av mindre omfang i forhold til de andre informantene.

Affordances ved dynamisk programvare (Geogebra)

Diana reflekterer rundt ulike muligheter ved bruk av digitale verktøy i undervisning av matematikk. Her nevner hun Geogebra, hvor det gis fordeler i form av nøyaktighet og effektivitet. Til dette beskriver informanten bruk av programmet i geometri:

69. Diana: (...) Det er mer nøyaktig, det er mer tydelig og så er jo det klart at den visuelle fremstillingen du kan få av ting, det at jeg kan bruke Geogebra [til å] tegne inn en trekant og vise de hvordan den kan være formlik en annen trekant, fordi jeg kan dra i et hjørne så skifter størrelsen på den. Det at jeg kan speile ting med enkle tastetrykk, i stedet for at jeg skal tegne opp masse forskjellige trekanter som ikke nødvendigvis er helt nøyaktig like store på tavlen heller, så tenker jeg det at det gir jo elevene mye større mulighet til å forstå det.

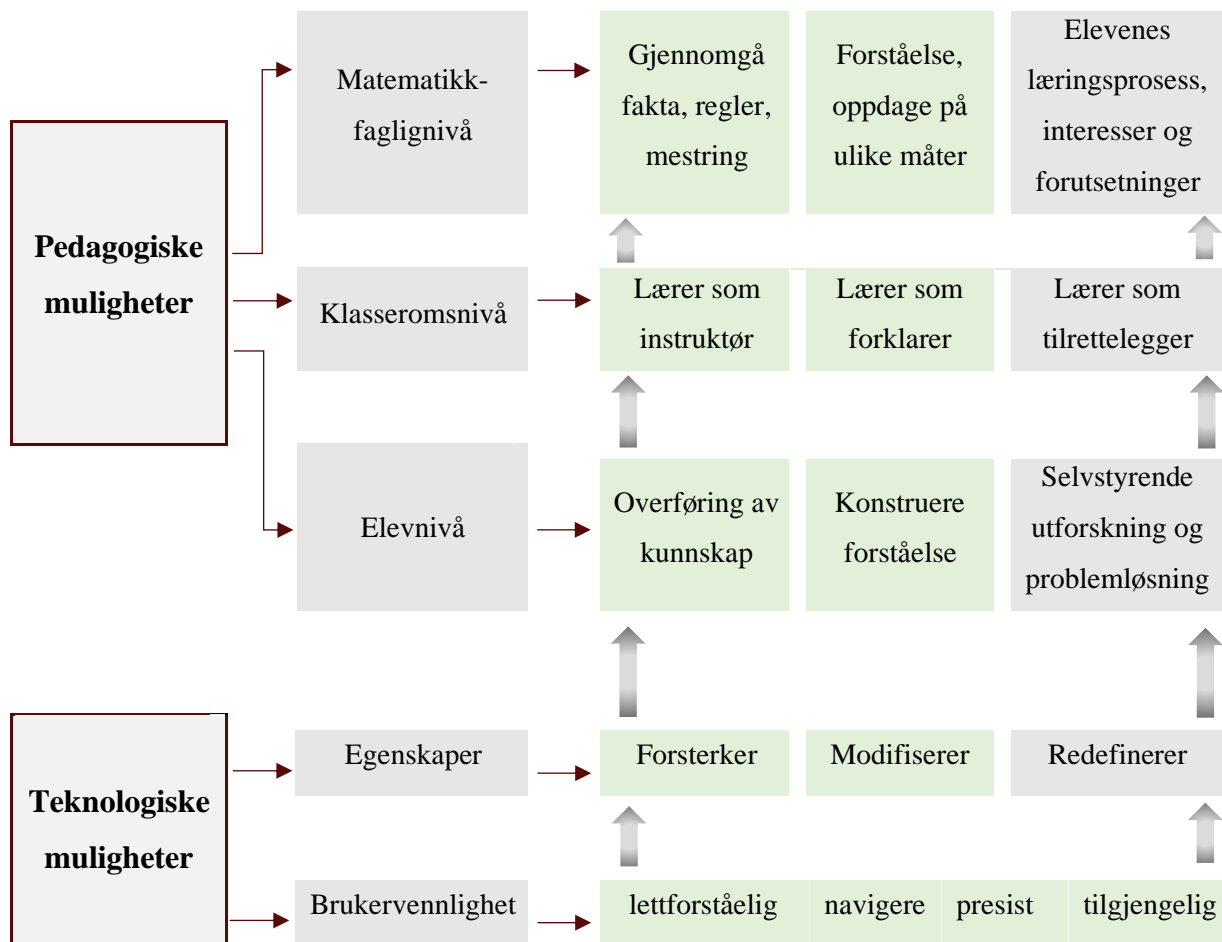
Ved å bruke Geogebra kan Diana vise elevene geometriske prinsipp og regler som vil utføres på en helt nøyaktig og presis måte (69). Det kan tolkes som at Diana ser *teknologiske muligheter* ved Geogebra i form av *brukervennlighet* og *egenskaper*. Hadjerrouit (2017) beskriver hvordan brukervennlighet kan tilknyttes hvorvidt programvaren tilbyr et ryddig design og er lett forståelig for brukeren. Diana beskriver nettopp nøyaktighet i programmet, noe som inngår i kategorien brukervennlighet. I tillegg beskriver også Diana hvordan Geogebra sine egenskaper muliggjør en bedre forståelse for formlikhet og andre geometriske prinsipp. Informanten tenker dette bidrar til en bedre forståelse for elevene, fremfor å tegne unøyaktige geometriske figurer på tavlen (69). Med dette kan vi trekke koblinger til nivået egenskaper. Begrepene *forsterker* og *modifiserer* identifiseres her. Geogebra kan brukes til å effektivisere og erstatte bruk av tradisjonell tavle [E]. Samtidig kan det tolkes som at Geogebra sin egenskap ved å tilby helt nøyaktige figurer ikke er mulig foruten, noe som kan betegnes etter begrepet *modifiserer* [E].

Senere i intervjuet reflekterer Diana rundt bruksområder ved digitale verktøy som har blitt mer fremtredende i hennes undervisning. Til dette trekker informanten også inn Geogebra. Før ble koordinatsystem og funksjoner tegnet på den tradisjonelle tavlen, noe som nå aldri skjer lengre:

77. Diana: (...) Det samme med funksjoner, [jeg] hadde jo aldri funnet på å tegne opp et koordinatsystem på tavlen og holde på. Slik at der jeg skal visualisere ting for elevene, helt klart. Så tenker jeg at de digitale verktøyene vi bruker er en kjempe fordel, og det hadde jeg ikke nødvendigvis gjort for fem år siden.

Det blir igjen tydelig hvordan Diana bruker Geogebra til å introdusere et matematisk emne, her om funksjoner og grafer (77). Elevenes bruk av digitale verktøy blir aldri tolket til å være uttrykt eksplisitt i intervjuet med Diana. I analysen blir det derfor gjennomført nøye lesning gjentatte

ganger for å være trygg i tolkningen. Etterhvert tolkes Dianas bruk av «vi» i besvarelsene hennes. Eksempelvis beskrives «de digitale verktøyene vi bruker...» (77), noe som tolkes som å være henne og elevene. På denne måten kan det tyde på at elevene også anvender Geogebra, men kanskje først etter introduksjon med Diana. En oppsummering vises i modellen (4.2.4-1) nedenfor.



Tabell 4.2.4-1: *Analyse av Diana sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter med dynamisk programvare (Geogebra)*

Dianas oppfatninger om teknologiske og pedagogiske muligheter ved å anvende Geogebra vises i tabellen ovenfor (4.2.4-1). I analysen blir ikke nivået brukervennlighet identifisert eksplisitt fra det transkriberte intervjuet med Diana. Samtidig blir det gjort funn som tilsier at Diana opplever Geogebra som brukervennlig, eksempelvis når hun beskriver hvor «enkelt» det er å vise formlikhet i trekanter. Med dette tolkes det som at informanten anser programmet som lettforståelig og presist. Videre tyder det på at hun er kjent med hvor egenskapene i programmet

befinner seg, noe som går under navigering. Basert på Dianas bruk av Geogebra i introduksjon av matematiske emner, vil det også være tilgjengelig for henne i enhver matematikktime.

Når det gjelder teknologiske muligheter ved egenskapene til Geogebra, identifiseres begrepene *forsterker* og *modifiserer*. Forsterker knyttes til Dianas beskrivelse av hvordan Geogebra erstatter tavlen, mens modifiserer kobles til måten hun bruker egenskaper til å bevege geometriske figurer. På denne måten utgjør egenskapen ved Geogebra noe mer enn å bare gi en enkel fordel eller mulighet.

Til Dianas eksempel om bruk av Geogebra er det lite som tyder på en elevsentrert undervisning. Når hun bruker Geogebra som erstatter for den tradisjonelle tavlen, medfører det fordeler etter et mål om en instrumentalistisk matematikkundervisning. Samtidig kan bruk av en modifiserende egenskap ved Geogebra bidra til å skape forståelse for geometriske figurer i form av ulike visualiseringer for elevene. Dette kan minne om en platonisk oppfatning, hvor matematikk oppdages gjennom ulike metoder og fremgangsmåter.

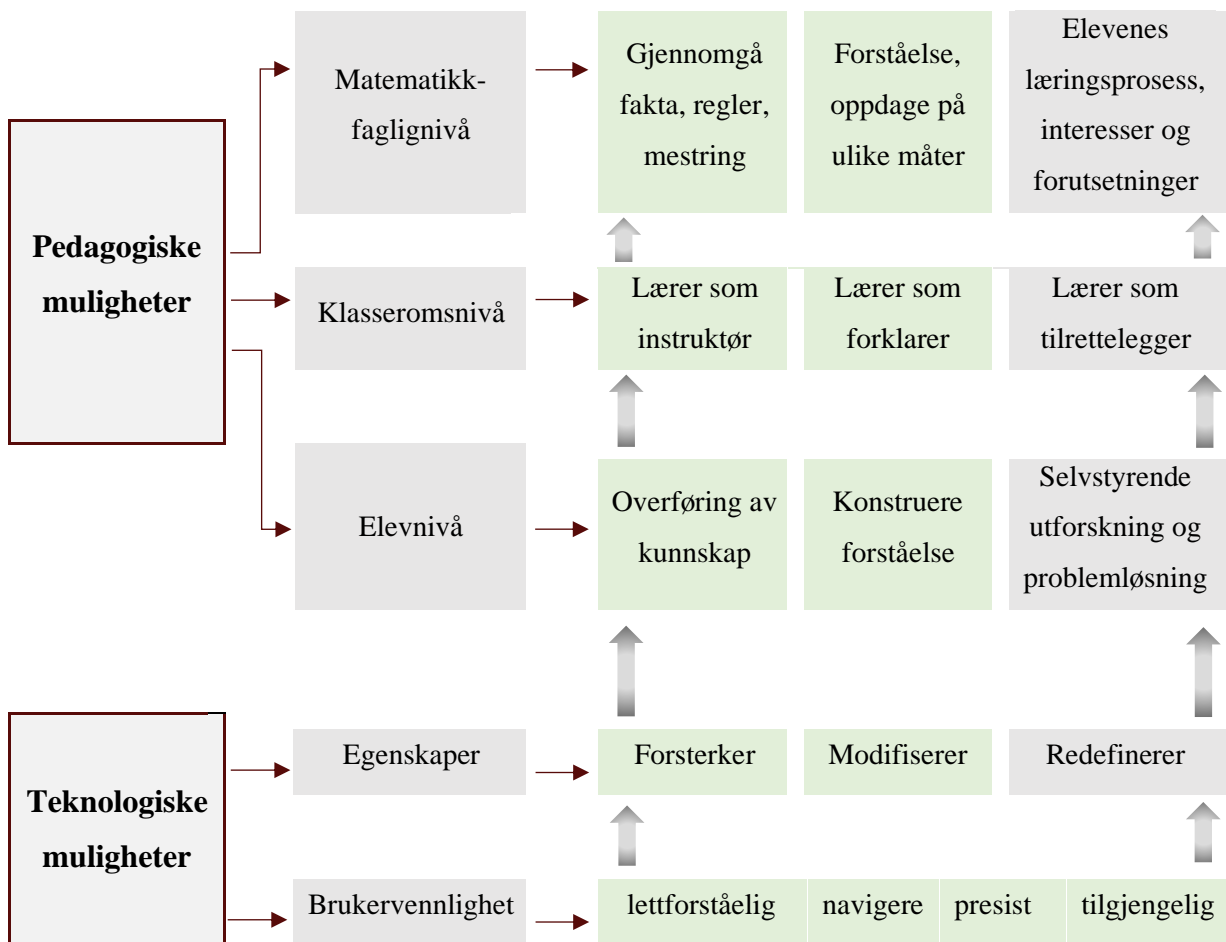
Affordances ved regneark (Excel)

På lik linje med Geogebra, er Excel et program Diana har fått økende interesse for etter «frivillig tvang» fra skolen, kollegaer og læreplan (55). I dag er begge programvarene en større del av informantens undervisningspraksis, ettersom hun nå ser «verdien» av dem. Dianas beskrivelse av Excel har også likheter med hvordan hun uttrykte seg om Geogebra:

77. Diana: (...) Si man skulle hatt om statistikk, da? Jeg ville jo aldri brukt tavlen lengre, jeg hadde jo startet i Excel og hatt det fremme på skjermen og skrevet det inn i tabellen, og vist hvordan det ble utformet et stolpediagram eller et sektordiagram, ikke sant? (...)

Excel utgjør her en *forsterker* [E] for den tradisjonelle tavlen. Diana illustrerer for elevene hvordan hun går fra verdier i en tabell, til å utforme ulike diagrammer i Excel. Basert på hennes eksempler og beskrivelser, er det lite som tyder på en elev-sentrert undervisning. Når Excel anvendes i introduksjon av et matematisk emne omfatter dette en rolle hvor læreren er instruktør eller forklarer. Excel brukes dermed ikke nødvendigvis til å skape, utforske eller undersøke matematikk fra et elevperspektiv. Generelt er det lite som tyder på elevaktivitet, der Dianas beskrivelser hovedsakelig omhandler undervisning. På denne måten tolkes det ikke som at elevene aldri anvender Excel. Det tyder derimot på at Diana oppfatter Excel til å gi fordeler i

form av å fremme matematiske visualiseringer, samtidig som at undervisningen effektiviseres. Her påpekes det hvordan mangel på utfyllende beskrivelser fra Diana gjør det utfordrende å tolke. Dette innebærer at informanten trolig ser flere muligheter enn det jeg har identifisert. En oppsummering av teknologiske og pedagogiske muligheter som gjenkjennes markeres med grønt i modellen nedenfor:



Figur 4.2.4-2: Analyse av Diana sin oppfatning om teknologiske og pedagogiske muligheter med regneark (Excel)

Basert på analysen av det transkriberte datamaterialet som omfatter intervjuet med Diana, blir det identifisert like teknologiske- og pedagogiske muligheter som med bruk av Geogebra. Ettersom Excel på lik linje med Geogebra brukes til å erstatte tavlen, utgjør dette egenskapen *forsterker*. Ved å erstatte den tradisjonelle tavlen med Excel, kan Diana effektivisere og spare tid i undervisningen. Med det første kan det tolkes som at Excel ikke anses som å gi egenskaper i form av *modifisering*. Samtidig beskriver Diana hvordan krav fra læreplan medførte at hun

var nødt til å anvende Excel i hennes undervisningspraksis. På denne måten inneholder Excel en egenskap som utgjør mer enn å bare være en erstatter. I likhet med Geogebra, blir pedagogiske muligheter ved Excel tolket til å gi mål etter oppfatningene instrumentalist og platonisk. Det repeteres hvordan analyse av Annas oppfatning om bruk av Excel er basert på hennes beskrivelser.

4.3 OPPSUMMERING AV ANALYSE OG RESULTAT

Den første delen av kapittelet tok for seg analyse av lærernes oppfatninger om god matematikkundervisning (4.1). I denne delen ble det undersøkt tre komponenter av matematikdidaktiske oppfatninger, som sammen kan bidra til å styrke mine tolkninger. Ernest (1989) sin teori har også gjort seg gjeldende for å kunne identifisere tre kategorier av matematikdidaktiske oppfatninger. I forrige delkapittel ble det redegjort for analyse av informantenes oppfatninger om handlingsmuligheter med IKT i matematikkundervisning (4.2). Analysen har inkludert eksempler på bruk av verktøy som informantene selv tok opp under intervjuene. Her har jeg forsøkt å identifisere teknologiske og pedagogiske muligheter ved hjelp av modellen fra studiens overordnede rammeverk. Modellen inngikk som en del av analysen til hver informant, hvor gjenkjente nivåer og begreper ble markert med grønt.

Studiens fokus er rettet mot hvordan digitale verktøy kan gi muligheter i undervisning av matematikk. Til å undersøke dette har jeg tatt utgangspunkt i læreres oppfatninger om god matematikkundervisning og handlingsmuligheter med IKT (forsknings spørsmål 1 og 2). Før jeg i neste kapittel drøfter studiens problemfokus, vil jeg gi en kortfattet oppsummering av analysens andre del. Jeg vil begynne med å se på informantenes oppfatninger om *pedagogiske muligheter* med IKT, fordelt på *elevnivå [EN]*, *klasseromsnivå [KN]* og *matematikkfaglignivå [MFN]*. Her repeteres det at jeg har implementert Ernest (1989) sine kategorier i de tre nivåene av pedagogiske muligheter. Dette er utført på betingelsen om å kunne undersøke hvordan muligheter med IKT inngår i god matematikkundervisning, i lys av de samme kriteriene som ble gitt i del 1. Med dette har jeg forsøkt å identifisere oppfatningene *instrumentalist [I]*, *platonisk [P1]* og *problemløser [P2]*. Se tabell 4.3-1:

PEDAGOGISKE MULIGHETER

	IKT	EN	KN	MFN
<i>Lærer A</i>	Dynamisk program (Geogebra)	P1/ <u>P2</u>	P2	P1/ <u>P2</u>
	Programmering (Scratch og Python)	P1/ <u>P2</u>	P1/P2	P1/ <u>P2</u>
<i>Lærer B</i>	Nettjeneste (Google Classroom)	I/ <u>P1</u>	I/ <u>P1</u>	I/ <u>P1</u>
	Dynamisk program (Geogebra)	P1/ <u>P2</u>	P2	P1/ <u>P2</u>
<i>Lærer C</i>	Ressurs for OU (Campus Inkrement)	P1	<u>P1</u> /P2	I/ <u>P1</u> /P2
	Dynamisk program (Geogebra)	P1	P1	P1
<i>Lærer D</i>	Regneark (Excel)	I/ <u>P1</u>	I/ <u>P1</u>	I/ <u>P1</u>
	Dynamisk program (Geogebra)	I/ <u>P1</u>	P1	I/ <u>P1</u>

Tabell 4.3-1: Oversikt av lærerinformantenes oppfatninger om pedagogiske muligheter

Dynamisk programvare i form av Geogebra ble nevnt hos alle informantene. Pedagogiske muligheter til programvaren identifiseres i stor grad med kategorien *platonisk*. Denne kategorien gjenkjennes forøvrig jevnt over alle verktøyene som ble undersøkt i analysen. Bemerkelser som er viktig å få med seg, rettes særlig mot Bjørn og Christina. Bjørn uttaler seg om fordeler med nettjenesten Google Classroom, der elevene får mulighet til å arbeide mer fritt i undervisningstimene. Som Bjørn selv påpekte, omhandler ikke nettjenesten direkte matematiske beregninger eller det som oppgaven betegner som digitale verktøy. I tabellen ovenfor er det derfor viktig å være bevisst på mulighetene som er tolket frem hos Bjørn. Når det gjelder Christina og pedagogiske muligheter med Campus Inkrement, tar analysen utgangspunkt i hva læringsressursen tilbyr. Dette innebærer at Campus Inkrement ikke nødvendigvis er *i bruk* når mulighetene tilbys. Eksempelvis nevnte Christina at Campus Inkrement i omvendt undervisning (OU) bidrar til å frigjøre tid til diskusjoner og samarbeid. På denne måten fremstår slike muligheter som et resultat av verktøyet, men ikke *med* verktøyet.

I tabell 4.3-2 gis det en oppsummering av lærernes oppfatninger om *teknologiske muligheter*, som skiller mellom nivåene *brukervennlighet [B]* og *egenskaper [E]*. De to nivåene er plassert

øverst i tabellen, etterfulgt av de ulike verktøyene. Nivået brukervennlighet omhandler hvorvidt verktøyet oppleves som lettforståelig [L], navigeringsmuligheter [N], presist [P*] og tilgjengelig [T]. Begreper fra SAMR-modellen (Puentedura, 2006) er anvendt til å identifisere ulike *egenskaper* med IKT: forsterker [F], modifierer [M] og redefinerer [R].

<i>TEKNOLOGISKE MULIGHETER</i>			
	IKT	B	E
<i>Lærer A</i>	Dynamisk program (Geogebra)	L/N/P*/T	M/ <u>R</u>
	Programmering (Scratch og Python)	L/N/P*/T	R
<i>Lærer B</i>	Nettjeneste (Google Classroom)	L/N/P*/T	F/M
	Dynamisk program (Geogebra)	L/N/P*/T	M/ <u>R</u>
<i>Lærer C</i>	Ressurs for OU (Campus Inkrement)	N/P*/T	F/ <u>M</u>
	Dynamisk program (Geogebra)	N/T	F/M
<i>Lærer D</i>	Regneark (Excel)	L/N/P*/T	F/M
	Dynamisk program (Geogebra)	L/N/P*/T	F/M

Tabell 4.3-2: Oversikt av lærerinformantenes oppfatninger om teknologiske muligheter

Egenskapene forsterker [F] og modifierer [M] er mest fremtredende i analyse av informantenes oppfatninger om teknologiske muligheter med IKT. Redefinerer [R] fremkom i analyse av Anna sine beskrivelser om bruk av programmeringsverktøy. Bjørn tyder også på å se muligheter med Geogebra i form av denne egenskapen. Hvorvidt informantene opplever de ulike verktøyene til å være brukervennlig, ble til tider utfordrende å tolke. Tolkninger av dette er i stor grad basert på hvordan alle lærerne uttrykte positive holdninger om Chromebooks til hver elev. På denne måten gjenkjennes tilgjengelighet [T] hos alle informantene. Videre har jeg også tatt utgangspunkt i hvorvidt lærerne uttrykker egenskaper ved de ulike verktøyene. Teorien til Hadjerrouit (2017) understreker at *egenskapene* ikke vil være tilgjengelig foruten nivået *brukervennlighet*. Christina tyder på å oppfatte ulike utfordringer knyttet til brukervennlighet.

Til å avslutte analysekapittelet har jeg valgt å oppsummere sentrale resultater fra del 1 og 2 i tabell 4.3-3. Her inngår oppfatninger om matematikkundervisning **uten** IKT [MU], sammen med matematikkundervisning **med** IKT [MFN]. Det vil ikke bli gitt videre kommentarer til tabellen da dette utgjør drøfting og diskusjon som vil redegjøres for i neste kapittel.

OPPFATNINGER OM MATEMATIKKUNDERVISNING

	MU	MFN	IKT
<i>Lærer A</i>	P2	P1/ <u>P2</u>	Dynamisk program (Geogebra)
		P1/ <u>P2</u>	Programmering (Scratch og Python)
<i>Lærer B</i>	<u>P1</u> /I/P2	I/ <u>P1</u>	Nettjeneste (Google Classroom)
		P1/ <u>P2</u>	Dynamisk program (Geogebra)
<i>Lærer C</i>	<u>P1</u> /P2	I/ <u>P1</u> /P2	Ressurs for OU (Campus Inkrement)
		P1	Dynamisk program (Geogebra)
<i>Lærer D</i>	<u>P1</u> /I	I/ <u>P1</u>	Regneark (Excel)
		I/ <u>P1</u>	Dynamisk program (Geogebra)

Tabell 4.3-3: *Oversikt av lærerinformantenes oppfatninger om matematikkundervisning uten IKT [MU] og med IKT [MFN]*

5 DISKUSJON

Innledningsvis i denne oppgaven ble det redegjort for studiens problemfokus: å kunne beskrive hvordan digitale verktøy kan gi muligheter i matematikkundervisning, hvor det særlig søkes innsikt i matematikkoppgaver, klasseromsinteraksjonen og undervisningstilnærming. Problemfokuset undersøkes gjennom et lærerperspektiv i form av matematikkdiraktiske oppfatninger. To forskningsspørsmål er utformet for å konkretisere og tydeliggjøre veien til målet med oppgaven:

- 1) *Hvilke oppfatninger har lærere av hva god matematikkundervisning er?*
- 2) *Hvordan oppfatter lærerne sine handlingsmuligheter med digitale verktøy for å tilrettelegge for god undervisning?*

Analysen har tatt utgangspunkt i lærerinformantenes ytringer i forsøk på å belyse spørsmålene ovenfor. Gjennom forskningsspørsmålene tydeliggjøres også retningen i analysen, der det skilles mellom lærernes oppfatninger om matematikkundervisning med og uten implementering av IKT. Begrunnelsen for dette ligger i tidligere forskning som peker på hvorvidt læreres oppfatninger om bruk av teknologi inngår i deres matematikkdiraktiske oppfatningssystem. Dermed forsøker ikke oppgaven bare å belyse oppfatninger om muligheter IKT gir i matematikkundervisning, men også å se disse i lys av lærernes matematikkdiraktiske oppfatninger. Teorien til Ernest (1989) gjør seg gjeldende både i del 1 og del 2 av analysen. Til å undersøke det andre forskningsspørsmålet, har analysens del 2 tatt utgangspunkt i en bearbeidet versjon av modellen til Hadjerrouit (2017). Her pekes det på tre aspekt med god matematikkundervisning: elevnivå, klasseromsnivå og matematikkfagnivå. I dette kapitlet vil jeg løfte frem noen sentrale resultater fra analysen, og drøfte hvorvidt resultatene besvarer forskningsspørsmålene.

5.1 HVILKEN ROLLE HAR DIGITALE VERKTØY I GOD MATEMATIKKUNDERVISNING?

Gjennom analysens første del har jeg forsøkt å tolke lærerinformantenes oppfatninger om *god matematikkundervisning*. Kategorien *problemløser* fremkommer tydelig i analyse av Anna sin oppfatning om matematikkundervisning. Når det er sagt, blir kategorien også til tider gjenkjent hos de andre informantene. Begrunnelse for argumentet om at Anna holder problemløseroppfatningen sterkere, baseres på hermeneutiske fortolkningsprinsipper. I analysen ble det forsøkt å tilegne forståelse av informantenes oppfatninger om matematikkundervisning (delene) gjennom deres *helhetlige* oppfatningssystem. Dette er i tråd med teorien til Leatham (2002) om *det fornuftige oppfatningssystem*, som baseres på prinsipper om at alle oppfatninger står i forhold til hverandre. Argumentet kan også begrunnes videre med teorien til Ernest (1989), der det pekes på at kategorier av læreres oppfatninger ofte vil være samsvarende gjennom de tre komponentene av matematikdidaktiske oppfatninger.

I flere tilfeller av analysens første del gjenkjennes også den *platoniske* oppfatningen hos de fire lærerinformantene. Dette innebærer et syn som anser matematikk som allerede-eksisterende og som bare venter på å bli oppdaget. God matematikkundervisning i lys av denne kategorien vil dermed bære preg av å vektlegge *forståelse* av det matematiske innholdet (Beswick, 2005; Van Zoest et al., 1994; Ernest, 1989). Spørsmål som dukker opp i analysen på dette stadiet omhandler hvorvidt IKT kan bidra til å fremme et slikt syn på god matematikkundervisning. I analysens andre del, hvor jeg tolker oppfatninger om handlingsmuligheter med IKT i matematikkundervisning, er også den *platoniske* oppfatningen i størst grad identifisert. Kan min forforståelse fra del 1 av analysen ha påvirket mine tolkninger i analysens andre del? Spørsmålet trekker ut viktige bemerkelser i lys av hvorvidt analysen besvarer forskningsspørsmål 2. Hermeneutiske fortolkningsprinsipper har gjort seg gjeldende. Jeg har forsøkt å være observant på hvordan min forforståelse og mine fordommer utgjør både en fordel og svakhet i tolkningsarbeidet. Fordeler knyttes til tilfeller der jeg opplever utfordringer med å tolke lærernes utsagn, hvor hermeneutiske fortolkningsprinsipper har gjort seg svært nyttig. På den andre siden tilknyttes svakheter faren med at min forforståelse nærmest forhåndsstemmer hva jeg forsøker å finne. Når skal jeg ta forforståelsen i bruk, og når bør jeg unngå den? Svaret på spørsmålet skaper problematikk rundt gyldighet på analysen. Med dette kan det derfor diskuteres hvorvidt andre anser analysen til å kunne besvare studiens forskningsspørsmål. Videre refleksjoner og begrensninger rundt rammeverk redegjøres for i 5.3. I foregående del av

kapittelet vil jeg diskutere hvorvidt lærerne oppfatter handlingsmuligheter med digitale verktøy, fordelt på elevnivå, klasseromsnivå og matematikkfaglnivå. I avslutningen av delkapittelet trekker jeg frem hvorvidt mulighetene inngår som en del av deres matematikdidaktiske oppfatninger. Dette innebærer at jeg undersøker likheter og ulikheter mellom oppfatninger om god matematikkundervisning med og uten IKT.

5.1.1 ENDRINGER I MATEMATIKKOPPGAVER

Jeg befinner meg nå på *elevnivået* i modellen fra det overordnede rammeverket. Elevnivået utgjør det første nivået av *pedagogiske muligheter* og fremkommer som et resultat av *teknologiske muligheter* med digitale verktøy (Hadjerrouit, 2017; Pierce & Stacey, 2010). Noe som blir relevant å trekke frem til drøfting i denne delen er derfor nivået *egenskaper*. Hvilke mønster kan identifiseres mellom et elevnivå og ulike egenskaper ved digitale verktøy? Her vil jeg først repetere hvordan det skilles mellom egenskapene *forsterker*, *modifiserer* og *redefinerer*, som er hentet fra SAMR-modellen (Puentedura, 2006). Elevnivået omhandler muligheter for elevenes læring, og tar utgangspunkt i Ernest (1989) sine tre begreper instrumentalist, platonisk og problemløser. Fra analysen fremkommer det resultater som i stor grad avslører et forhold mellom de to nivåene. Det argumenteres for at verktøy som tilbyr egenskapen *forsterker*, medfører muligheter på et elevnivå i form av Ernest (1989) sin kategori *instrumentalist*. Det samme mønsteret bemerker seg også med *modifiserer* og *platonisk*, så vel som *redefinerer* og *problemløser*. Eksempelvis gjenkjennes *redefinerer* bare hos Anna og Bjørn (tabell 4.3-2 [kapittel 4.3](#)) Blant de fire informantene er også Anna og Bjørn de eneste som tolkes til å oppfatte muligheter på et elevnivå i form av *problemløser* (tabell 4.3-1 [kapittel 4.3](#)). På bakgrunn av dette argumenteres det for at handlingsmuligheter med digitale verktøy utgjør et mønster som illustreres i tabellen nedenfor:

Egenskaper med digitale verktøy (Puentedura, 2013)	Læring av matematikk (Ernest, 1989)
Forsterker	Instrumentalist
Modifiserer	Platonisk
Redefinerer	problemløser

Tabell 5.1.1-1: Forhold mellom begreper fra SAMR-modell og kategorier oppfatninger om læring av matematikk

Foruten å inkludere resultater fra analysen, kan man også se likheter med teorien til Ernest (1989) sammen Puenteduras (2006) beskrivelse av SAMR-modellen. Til dette kan jeg ta utgangspunkt i det samme eksempelet om redefinerer og problemløser. Redefinerer beskrives om endringer i matematiske oppgaver som fremkommer med bruk av teknologi, og bare teknologi. Dette innebærer at endringene ikke muliggjøres med analoge verktøy. Eksempelvis kan Geogebra betegnes som en redefinerer ved dynamiske muligheter i form av å manipulere figurer eller undersøke egenskaper i grafer (Norstein & Haara, 2018). Som illustrert i tabellen ovenfor (5.1.1-1), innehar kategorien problemløser likheter med egenskapen redefinerer. Ernest (1989) beskriver en problemløser oppfatning til læring av matematikk gjennom elevs selvstendighet og utforskning. Blant de tre begrepene fra SAMR-modellen (Puentedura, 2006), vil redefinerer være den eneste som kan fremme muligheter fra problemløserens synspunkt.

Hvilke digitale verktøy inngår i informantenes ytringer? Geogebra bemerker seg i analysen, der programvaren ble nevnt hos alle informantene. Til å diskutere årsaken til dette, kan man trekke inn tidligere forskning som peker på hvilke verktøy som er mest anvendt i matematikkfaget. Norstein og Haara (2018) peker på Geogebra og Excel til å være mest anvendt i matematikk. Monitorundersøkelsen 2019 tilføyer mulige årsaker til hvorfor Excel i størst grad benyttes, og viser til krav på eksamen i 10. trinn (Fjørtoft, Thun & Buvik, 2019). Dette kan være nyttig i lys av resultater fra denne studien. På matematikkeksamen i 10. trinn skal elevene også anvende graftegner, noe som kan være grunnen til at Geogebra nevnes av alle informantene. På den andre siden tyder det heller ikke på at informantene vektlegger muligheter som omhandler elevenes mestring på eksamen. Det handler derimot mer om de dynamiske mulighetene Geogebra tilbyr. En annen kobling man kan trekke til dette resultatet, er Annas videreutdanning med vekt på Geogebra og Bjørns to dagers kurs i Geogebra. Enda en interessant bemerkelse fremkommer her med hvordan det nettopp er disse informantene som ble identifisert til å se muligheter med Geogebra i form av redefinerer. Her vil det påpekes at jeg ikke har som hensikt å beskrive hvilken informant som har «korrekt» oppfatning, men heller beskrive mulige forhold. Jeg tar stilling til at Christina og Diana trolig også ser muligheter i form av redefinerer, men at det ikke fremkom tydelig for meg i analysen.

Tar man utgangspunkt i tabell 5.1.1-1, sammen med at den *platoniske* oppfatningen i størst grad gjenkjennes hos informantene, kan det argumenteres for at resultater i studien samsvarer med tidligere forskning. I forskningslitteraturen er det studier som indikerer på at IKT ikke alltid

anvendes på måter som fremmer elevsentrert undervisning (Goos & Bennison, 2008; Ertmer, 2005). Med unntak av Anna, tyder det på at kategorien *problemløser* (elevsentrert undervisning) fremkommer oftere i analysens første del, hvor det undersøkes oppfatninger om god matematikkundervisning (uten IKT). I analysens andre del, er kategorien *problemløser* mindre synlig i lærernes oppfatninger om muligheter med digitale verktøy i matematikkundervisning. Jeg vil være forsiktig med å trekke for raske begrunnelser til dette, men en mulig årsak kan skyldes hvorvidt informantene ser muligheter i form av *redefinerer* med de bestemte verktøyene som inngår i analysen. Den *platoniske* oppfatningen tilsier å være mest utbredt blant informantenes oppfatninger om muligheter med digitale verktøy i matematikk. Basert på resultatene fra studien, tyder det også på at det eksisterer et forhold mellom denne kategorien og egenskapen *modifiserer*. Et slikt resultat kan også sammenlignes med studien til Hennessy, Ruthven og Brindley (2005). I studien ble det redegjort for hvordan lærere ser fordeler med IKT til å variere, effektivisere og spare tid i undervisningen. Slike beskrivelser er forenelig med verktøy som innehar egenskapen *modifiserer*. Med dette i bakhodet, kan det argumenteres for at resultatene i denne studien samsvarer med Hennessy et al. (2005) sine forskningsfunn.

5.1.2 KLASSEROMSINTERAKSJONEN

På hvilken måte oppfatter lærerne at digitale verktøy påvirker elevers autonomi og deltakelse i matematikkundervisningen? Spørsmålet kan diskuteres ved å trekke inn resultater fra lærernes oppfatninger om pedagogiske muligheter med IKT, på et *klasseromsnivå*. Med utgangspunkt i Ernest (1989) sine tre kategorier av oppfatninger, skilles dette nivået mellom lærerrollene *instruktør*, *forklarer* og *tilrettelegger*. Resultater fra analysen tyder på at informantenes lærerroller fremkommer som et resultat av hvordan teknologi endrer undervisningsaktiviteter. Dette samsvarer nok en gang med teorien til Hadjerrouit (2017; Pierce & Stacey, 2010), der teknologiske muligheter danner grunnlaget for pedagogiske muligheter med IKT i matematikkundervisning. Eksempelvis vil bruk av IKT som redefinerer matematiske oppgaver, fremme lærerrollen *tilrettelegger*. En slik rolle kjennetegnes med kategorien *problemløser*, hvor fokuset ligger på elevenes deltakelse og autonomi i undervisningen (Ernest, 1989). Når det anvendes digitale verktøy som erstatter analoge teknologier (*forsterker*) i matematikkoppgaver, resulterer dette i en lærerrolle som *instruktør*. Denne rollen er forenelig med en *instrumentalistisk* oppfatning til matematikkundervisning, og skaper mindre rom for elevaktivitet og autonomi.

I analysen er lærerrollen som *forklarer* og *tilrettelegger* fremtredende hos de fire lærerinformantene. Rollen som *forklarer* tilknyttes kategorien *platonisk*, og kjennetegnes med hvordan læreren fører elevene til å oppdage matematikk på ulike måter. En slik rolle ble for eksempel synlig i Bjørn sitt eksempel på bruk av Google Classroom. Bjørn publiserer matematikkinnleveringer og arbeidsplaner i Google Classroom som er tilpasset elevenes nivå. Bjørn ser også muligheter ved at elevene blir mer selvstendige og aktive i egen læringsprosess, noe som tilknyttes rollen som tilrettelegger. Til dette kan man også trekke paralleller med *selvregulert læring* (NOU 2015: 8, 2015, s. 27), der elevene styrer og deltar i aktivt i egen læringsprosess. I analysen tydes det samtidig på at rollen som tilrettelegger ikke anses til å være tilgjengelig for Bjørn, da nettjenesten ikke tilbyr egenskaper i form av «matematiske beregninger». Her påpekes det at jeg tolker informantens subjektive oppfatninger, og har dermed ikke intensjoner om å diskutere hvorvidt oppfatningen er korrekt eller ikke (Pajares, 1992). Det var Bjørn som selv uttrykte at Google Classroom ikke gir muligheter i form av direkte beregninger i matematikk, men i såkalte «drill-and-skill»-aktiviteter. På denne måten synliggjøres rollene som instruktør og forklarer i Bjørn sin oppfatning om handlingsmuligheter med Google Classroom. Det argumenteres også for at IKT bidrar til å fremme god matematikkundervisning i form av klasseromsinteraksjonen for Bjørn. I analysens del 1 kom det tydelig frem at Bjørn foretrekker nettopp rollen som forklarer, noe som blir mulig basert på eksempelet med Google Classroom.

Christina og Anna uttrykker hvordan lærerrollen i form av *tilrettelegger* utgjør en viktig betydning i god matematikkundervisning. I analysen indikerer det samtidig på at de to informantene er noe uenig i hvordan IKT kan fremme en slik lærerrolle. Eksempelvis blir rollen som tilrettelegger gjenkjent i Christinas beskrivelser av muligheter med Campus Inkrement i omvendt undervisning. Med dette kan man argumentere for at læringsressursen fremmer god matematikkundervisning for Christina. Det skal samtidig bemerkes hvordan rollen fremtrer som et resultat *av*, men ikke *med* bruk av Campus Inkrement. Fra dette synspunktet kan det dermed argumenteres for at lærerrollen som tilrettelegger ikke muliggjøres likevel. Uenigheter i denne diskusjonen baserer seg på hvorvidt rollen fremtrer når Campus Inkrement er i bruk på det gitte tidspunktet eller ikke. Når det gjelder Anna, fremkommer rollen som tilrettelegger som et resultat når elevene anvender Geogebra og programmeringsverktøy. Anna beskriver eksempelvis hvordan bruk av Geogebra gir muligheter til å fokusere på «analysen», fremfor å «tegne fine linjer og punkter». Her fremtrer lærerrollen som et resultat av elevenes arbeid *med* IKT og ikke *av* IKT, slik som det kan tolkes ved Christina sitt eksempel.

Før jeg går videre i diskusjonen, vil jeg redegjøre for et sentralt resultat hos informanten Bjørn. Som nevnt tolkes det som at informantene hovedsakelig bærer preg av en platonisk oppfatning til matematikkundervisning, derav også rollen som *forklarer*. I analysens andre del blir det samtidig bemerket hvordan informantenes roller kan ta ulike retninger når IKT inngår i undervisningen. I tilfellet med Bjørn og hans eksempler på bruk av Geogebra, fremkommer derimot rollen som *tilrettelegger* (problemløser). Dette er interessant på bakgrunn av hvordan Bjørn tolkes til å foretrekke rollen som forklarer (platonisk) ved god matematikkundervisning, uten IKT. Det blir også relevant å trekke inn forskningslitteraturen i denne diskusjonen. Linn og Eylon (2011) peker på hvordan lærerrollen kan endres dersom IKT implementeres på en effektiv og pedagogisk måte, noe som tyder på å være tilfellet med Bjørn. Informanten ser muligheter med Geogebra i form av elevers utforskning i matematiske mønstre og konsept. Her går Bjørn fra å ha en rolle som *forklarer* i analysens del 1, til rollen som *tilrettelegger* i analysens del 2. Denne forskjellen kan skyldes mine feiltolkninger i analysen, men det skal samtidig bemerkes at IKT kan medføre slike endringer i lærerrollen (Linn & Eylon, 2011).

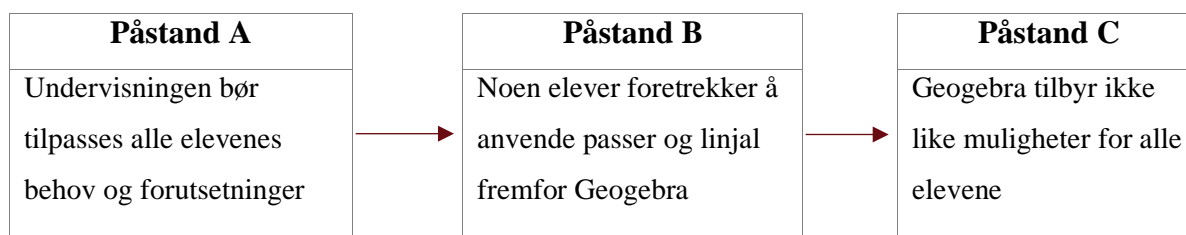
5.1.3 HVORDAN INNGÅR DIGITALE VERKTØY I LÆRERNES MATEMATIKKDIDAKTISKE OPPFATNINGER?

Uttrykket *matematikkdidaktiske oppfatninger* anvendes i denne oppgaven om det litteraturen betegner som pedagogiske oppfatninger. Slike oppfatninger omhandler spørsmål om hvordan matematikk bør undervises og læres (Fauskanger, 2016), og utgjør derfor en såkalt «god matematikkundervisning». Her vil jeg drøfte hvordan digitale verktøy inngår i lærernes matematikkdidaktiske oppfatninger, noe som innebærer at jeg drøfter forskningsspørsmål 1 og 2 opp mot hverandre. Hvilke oppfatninger har lærere av hva god matematikkundervisning er? Hvordan oppfatter lærerne sine handlingsmuligheter med digitale verktøy for å tilrettelegge for god matematikkundervisning? Forholdet mellom de to forskningsspørsmålene peker på en sammenligning av oppfatninger om god matematikkundervisning, med og uten implementering av IKT. Til denne diskusjonen viser jeg til tabellene som oppsummerer resultater fra del 1 og del 2 av analysen (4.3).

Så hvordan inngår digitale verktøy i lærernes matematikkdidaktiske oppfatninger? Tar man utgangspunkt i oppsummeringen fra del 1 av analysen (4.1.5), er den *platoniske* kategorien mest fremtredende i informantenes oppfatninger om: *matematikkens natur, matematikkundervisning og læring av matematikk*. I analysens del 2 kommer det også frem at digitale verktøy tyder på

å gi muligheter som fremmer det platoniske synet. Dette er forholdsvis ikke nye innfallsvinkler i diskusjonskapittelet, hvor jeg til nå har pekt på muligheter IKT gir i matematikkoppgaver og klasseromsinteraksjonen. Men hvordan medfører IKT muligheter for å tilrettelegge for god matematikkundervisning, i sin *helhet*? Den platoniske oppfatningen ser på matematikk som noe som skal oppdages. Kategorien er fremtredende i måten informantene vektlegger elevers *forståelse* i matematikkundervisningen, og variasjon i elevers læringsmetoder. Analysen indikerer på at flere av informantene ser muligheter med IKT til å fremme slike matematikdidaktiske oppfatninger. Bjørn uttaler seg om hvordan digitale verktøy gir flere innfallsvinkler, mens Diana vektlegger hvordan IKT bidrar til å skape bedre forståelse. På den andre siden er også den *instrumentalistiske* oppfatningen gjenkjent hos Diana når det gjelder muligheter med IKT. Dette er forholdsvis en motsigelse til hennes *platoniske* syn på matematikk, læring og undervisning (uten IKT). Det samme argumentet kan rettes mot Christina, noe som ble nevnt i kapittel 5.1.2. Christina innehar hovedsakelig en platonisk matematikdidaktisk oppfatning, men gjenkjennes også i stor grad med problemløseren. I analysen om hvorvidt IKT gir muligheter til å fremme god matematikkundervisning, fremkommer derimot ikke problemløser-oppfatningen i like stor grad. Hvorfor er det motsigelser i læreres oppfatninger om matematikkundervisning med og uten IKT? For å forstå årsaken til dette, kan man trekke inn det Rokeach (1968) beskriver som *value beliefs*. Value beliefs knyttes for eksempel til hvordan lærere ikke ønsker å implementere IKT i sin undervisning dersom det ikke blir oppfattet som verdifullt (Petko, 2012; Zhao & Cziko, 2001). Dette kan samsvare med Christina sine utsagn om Geogebra, der hun beskriver elever som foretrekker passer og linjal fremfor bruk av programvaren.

I tilfellet med Christina, kan det også bli relevant å trekke inn det Leatham (2002) betegner som det *fornuftige oppfatningssystem*. Oppfatningssystemet tar utgangspunkt i at det ikke eksisterer motsigelser mellom ulike oppfatninger som holdes av den samme læreren. I eksempelet med Christina og Geogebra, kan en årsak til motsigelsene ligge i den quasi-logiske dimensjonen (Green, 1971). Forholdet mellom Christina sine oppfatninger om matematikkundervisning med og uten IKT, kan dermed illustreres med figuren nedenfor:



Figur 5.1.3-1: *Quasi-logisk forhold mellom tre påstander*

Figuren ovenfor illustrerer tre påstander som fremkommer i analysen av Christinas oppfatninger om muligheter med Geogebra, sammen med god matematikkundervisning. Her argumenteres det for en mulig begrunnelse til hvordan Christina ikke ser muligheter med Geogebra, i lys av hennes oppfatning om god matematikkundervisning. Det quasi-logiske forholdet illustreres med de røde pilene mellom påstand A, B og C. I dette tilfellet kan motsigelser i Christinas oppfatninger skyldes påstand B, som ikke fremkommer med det første i analysene. På denne måten skilles oppfatningen om god matematikkundervisning (påstand A) fra Christina sin oppfatning om muligheter med Geogebra (påstand C). Det quasi-logiske forholdet (Leatham, 2002) kan også gi en mulig forklaring på uenigheter i forskningslitteraturen om hvorvidt det eksisterer et forhold mellom læreres oppfatninger. Flere studier har for eksempel redegjort for at det ikke nødvendigvis foreligger et forhold mellom konstruktivistiske oppfatninger om matematikk, og konstruktivistiske oppfatninger om IKT (Teo, Chai, Hung & Lee, 2008; Judson, 2006; Ertmer, Golapkrishnan & Ross, 2001).

I det samme eksempelet fra figur 5.1.3-1 ovenfor, kan man også trekke inn tilfellene med Anna og Bjørn. Som tidligere nevnt, tyder det på at Bjørn ser muligheter med Geogebra i form av oppfatningen problemløser. Det har blitt diskutert hvorvidt dette skyldes feiltolkninger i analysens del 1, der den platoniske oppfatningen var mer fremtredende hos Bjørn. Det quasi-logiske forholdet kan også bidra til å forklare motsigelsene i Bjørn sine oppfatninger. Her blir det argumentert for hvordan Bjørn muligens alltid holder en problemløser-oppfatning til matematikkundervisning, men at denne fremkommer tydeligere med Geogebra som tilbyr utforskende og dynamiske muligheter. Den quasi-logiske dimensjonen kan også beskrive forholdet mellom Anna sine matematikdidaktiske oppfatninger, og oppfatninger om handlingsmuligheter med IKT. Forskjellen mellom Anna og Bjørn ligger i det faktum at analysen indikerer en problemløser-oppfatning hos Anna, både i del 1 og del 2. Her kan det muligens argumenteres for at analysene fremstiller *bevisste* oppfatninger hos Anna, men

ubevisste oppfatninger hos Bjørn. Ubevisste oppfatninger beskrives til å være mest utfordrende og krevende å forske på (Leatham, 2002), noe som kan forklare eventuelle mistolkninger i analysen av Bjørn.

5.2 ET FREMTIDSRETTET MÅL I MATEMATIKKFAGET

Innledningsvis i denne studien ble det redegjort for hvordan fornyelsen av læreplanverket 2020 skal bidra til å styrke elevers kompetanser som de vil ha bruk for i fremtiden. I kunnskapsdepartementets (2016) St. Meld. 28. fremkommer det flere punkt som gjenkjennes i lærernes oppfatning av hva god matematikkundervisning innebærer. Diana vektlegger beskrivelser av *dybdelæringsprinsippet*, mens Christina oppfatter god undervisning der elevene «*lærer å lære*». *Metakognisjon* og *selvregulert læring* gjenkjennes også med hvordan informantene oppfatter god matematikkundervisning der elevene får mulighet til å ta ansvar for egen læring. I fagfornyelsen til matematikk utgjør problemløsning og utforskning det første av totalt seks kjerneelementer (Utdanningsdirektoratet, 2019). Oppfatninger om god matematikkundervisning i form av elevers læring, kjennetegnes også med ulike fremgangsmåter og undersøkende aktiviteter. Et sosialkonstruktivistisk læringssyn preger også måten lærerne tilrettelegger for at elevene er fokuset i matematikkundervisningen. Det er lite som derimot tyder på at informantene holder instrumentalistiske oppfatninger om god matematikkundervisning. Denne oppfatningen kan forstås i lys av det regjeringen beskriver som *overflatelæring* (Kunnskapsdepartementet, 2016, s. 19), eller Skemp (1986) sin beskrivelse av *instrumentell forståelse*.

Elevers digitale kompetanse er også betegnet som et viktig kompetanseområde for fremtiden. NOU-utredningen (2015: 8, 2015) vil styrke forholdet og samarbeidet mellom fagene teknologi, matematikk og naturfag, slik at elever også tilegnes kompetanse på tvers av fag (NOU 2015: 8, 2015, s. 53-54). I digitaliseringsstrategien (Kunnskapsdepartementet, 2017) har det blitt redegjort for tiltak som kan bidra til å bevisstgjøre læreres valg av teknologier i matematikkundervisningen. Bakgrunnen for dette ligger i hvordan eksisterende verktøy ikke anses til å være tilstrekkelig i lys av å fremme elevers læring og utvikling (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 8). Analysene som er gjort i denne studien tilsier at lærerne er bevisste i valgene de tar når IKT implementeres. Hvorvidt valgene anses til å fremme digital kompetanse hos elever, kan diskuteres. Det har eksempelvis blitt nevnt kritikk til hvorvidt

verktøyet er i bruk når muligheter for elevers læring fremtrer. I lys av NOU-utredningens ønske om å fremme kompetansen mellom matematikkfaget og teknologi, utgjør dette derfor en diskusjonssak (NOU 205: 8, 2015, s. 53-54). I denne studien argumenteres det likevel for lærernes bevissthet i valg av digitale verktøy, da det er lite som tyder på at mulighetene omhandler å erstatte analoge formater.

5.3 KRITIKK OG REFLEKSJONER RUNDT RAMMEVERK

Ernest (1989) sine tre kategorier *instrumentalist*, *platonisk* og *problemløser* utgjør analyseverktøyet til å identifisere lærerinformantenes oppfatninger om god matematikkundervisning. I foregående kapittel har det blitt drøftet ulike eksempler på hvordan kategoriene har vært hensiktsmessig for å belyse studiens problemstilling. På den andre siden kan det også argumenteres for at tre kategorier ikke er tilstrekkelig for å beskrive lærernes komplekse oppfatninger. Tre av fire informanter i denne studien tyder på å holde en platonisk oppfatning til matematikkundervisning. Kritikkk til dette forskningsresultatet kan knyttes til hvordan for få kategorier trolig ikke er nok til å identifisere lærernes oppfatninger. Andre kritiske refleksjoner tilknyttes også hvorvidt lærerne uttrykker overflateoppfatninger eller dybdeoppfatninger om god matematikkundervisning (Leatham, 2002). Ernest (1989) uttrykker også hvordan den sosiale konteksten hindrer lærere i å praktisere oppfatningene de holder om god matematikkundervisning. Dette kan gjenkjennes hos Diana og Christina, der begge uttrykte hvordan foreldre og elever er negative til måten undervisningen er utformet på. Ifølge Christina, foretrekker ofte elever og foreldre en «ferdig oppskrift» på tavlen, noe som strider imot hennes oppfatning om god matematikkundervisning. Christina ønsker å vektlegge undervisningsaktiviteter som bidrar til at elevene «lærer å lære», noe de har mer utnyttet av i forhold til å nå fasitsvaret. Studien kan dermed ikke påstå å ha bekreftet lærernes faktiske oppfatninger, men heller uttrykke et forsøk på å beskrive dem.

SAMR-modellen (Puentedura, 2013) utgjør en viktig rolle i analysen av lærernes oppfatning om teknologiske muligheter med digitale verktøy. I kapittel 5.1.1 ble det drøftet hvordan begreper fra SAMR-modellen tilknyttes lærernes oppfatninger om muligheter med IKT på et elevnivå. Det skal samtidig bemerkes at studien ikke anvender begrepene slik hensikten er med SAMR-modellen. Puentedura (2013) bruker begrepene til å beskrive ulike nivåer av IKT-implementering, der målet er at lærere ender opp på det siste nivået, *redefinerer*. I denne

oppgaven er ikke begrepene brukt til å identifisere hvilket nivå lærerne er på, men heller hvordan de ulike begrepene medfører endringer i matematiske oppgaver. Basert på resultatene i denne studien, argumenteres det også for at nivåføring av læreres IKT-implementering ikke nødvendigvis fungerer slik som Puentedura (2013) beskriver. Det handler ikke om at lærere går fra å *erstatte* analoge teknologier til å anvende dem som *redefinerer* i elevsentrerte undervisningsformer. Studien argumenterer for at begrepene fra SAMR-modellen heller belyser hvordan lærerne implementerer digitale verktøy som fremmer deres oppfatninger om god matematikkundervisning. For at lærere skal havne på modellens siste nivå, *redefinerer*, må lærerne også oppfatte god matematikkundervisning til å samsvare med nivået.

Før jeg redegjør for konklusjon og oppsummering i neste kapittel, vil jeg uttrykke bevissthet rundt utfordringer med en nokså åpen problemstilling. Kritikk rettes mot hvordan studien ikke belyser lærernes oppfatninger om et bestemt verktøy, så vel som undervisning av et spesifikt matematisk emne. Dette innebærer at studiens resultater kan påvirkes dersom lærernes oppfatninger ble undersøkt i lys av konkret matematisk emne eller verktøy. Det ligger også en risiko i at lærerne ikke uttrykker tilstrekkelig eller innholdsrike besvarelser, som kan medføre svake forskningsfunn. Uavhengig av hvordan utfordringen ikke oppleves til å være merkbar blant informantene i denne studien, vil jeg likevel uttrykke bevissthet rundt implikasjoner dette kan medføre.

6 KONKLUSJON

Følgende studie har forsøkt å bidra til etterlyst forskning på hvordan lærere arbeider for å fremme elevers digitale kompetanse. Kunnskapsdepartementet (2016) har også utlyst hvordan det foreligger manglende forskning som undersøker kvaliteten på digitale læremidler. I denne oppgaven er det blitt undersøkt hvordan lærere oppfatter handlingsmuligheter med digitale verktøy som fremmer deres oppfatninger om god matematikkundervisning. Bidraget mitt rettes derfor mot et lærerperspektiv på det om hvordan digitale verktøy anvendes i undervisning og læring av matematikk.

En bearbeidet versjon av affordance modellen til Hadjerrouit (2017) utgjør et hensiktsmessig analyseverktøy i denne studien. Modellen har bidratt til å belyse problemstillingen om hvordan bruk av digitale verktøy fremmer god matematikkundervisning. Resultater indikerer at digitale verktøy kan gi muligheter til å fremme elevsentrert og utforskende matematikkundervisning. Fra teorien til Ernest (1989) gjenkjennes slik undervisning med oppfatningen problemløser. Utforskning utgjør et av kjerneelementene i fagfornyelsen til matematikk, der også bruk av digitale verktøy inngår. Resultater tilsier at det eksisterer et sterkt forhold mellom teknologiske og pedagogiske muligheter ved digitale verktøy, noe som stemmer overens med teorien (Hadjerrouit, 2017; Pierce & Stacy, 2010). Regjeringens (2017) forslag om å kvalitetssikre digitale læremidler blir ansett som et viktig tiltak for å fremme pedagogisk bruk av IKT. Forskningsfunn tyder på at dersom digitale verktøy gir teknologiske muligheter i form av redefinerer (Puentedura, 2013), muliggjøres sosialkonstruktivistiske tilnærminger til undervisning. Videre er ingen av lærerne identifisert til å holde instrumentalistiske oppfatninger om god matematikkundervisning, verken med eller uten IKT. Handlingsmuligheter med digitale verktøy kan samtidig tilknyttes tradisjonell undervisning, men i svært liten grad. I likhet med tidligere forskning, konkluderer derfor studien med at digitale verktøy ikke alltid inngår i lærernes oppfatninger om god matematikkundervisning.

Det eksisterer manglende forskning som undersøker forholdet mellom læreres oppfatninger om god matematikkundervisning, med og uten implementering av IKT. Resultater fra denne studien tilsier at det eksisterer både likheter og ulikheter mellom lærernes oppfatninger. Omfanget av resultatene er samtidig ikke tilstrekkelig for å trekke konklusjoner om hvorvidt

det eksisterer et forhold eller ikke. På bakgrunn av dette anbefaler studien at veien videre er å fortsette å undersøke læreres oppfatninger, dersom målet er tilegne forståelse av deres undervisningspraksis.

7 LITTERATUR

- Becker, H. J. (2000). Findings from the Teaching, Learning, and Computing Survey. *Education policy analysis archives*, 8, 51. <https://doi.org/10.14507/epaa.v8n51.2000>
- Beswick, K. (2005). The beliefs/practice connection in broadly defined contexts. *Mathematics Education Research Journal*, 17(2), 39-68. doi: 10.1007/BF03217415
- Beswick, K. (2012). Teachers' beliefs about school mathematics and mathematicians' mathematics and their relationship to practice. *Educational Studies in Mathematics*, 79(1), 127-147. doi: 10.1007/s10649-011-9333-2
- Bjørnset, M., Fossum, A., Rogstad, J., Smestad, B. & Talberg, N. (2018). *Digitale skillelinjer: evaluering av matematikkeksamen på 10. trinn våren 2018*. Fafo.
- Bjørnset, M., Fossum, A., Rogstad, J. & Smestad, B. (2020). *På like vilkår? Evaluering av matematikkeksamen på 10. trinn 2017-2019*. Fafo.
- Brinkmann, S. & Tanggaard, L. (2012). *Kvalitative metoder. Empiri og teoriutvikling*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Oslo: Abstrakt Forlag
- Cohen, L., Morrison, K. & Manion, L. (2007). *Research methods in education* (6. utg.). London: Routledge.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative & mixed methods approaches* (4. utg.). London: Sage Publications
- Dalen, M. (2011). *Intervju som forskningsmetode* (2. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Drijvers, P., Kieran, C., Mariotti, M.-A., Ainley, J., Andresen, M., Chan, Y. C., ... Meagher, M. (2010). Integrating Technology into Mathematics Education: Theoretical Perspectives. I C. Hoyles & J.-B. Lagrange (Red.), *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain: The 17th ICMI Study* (s. 89-132). Boston, MA: Springer US.
- Eickelmann, B. & Vennemann, M. (2017). Teachers' attitudes and beliefs regarding ICT in teaching and learning in European countries. *European Educational Research Journal*(16), ss. 733-761.

- Ernest, P. (1989). The Impact of Beliefs on the Teaching of Mathematics. I P. Ernest (Red.), *Mathematics teaching: The state of the art* (s. 249-254). London: The Falmer Press.
- Ernest, P. (1991). *The Philosophy of Mathematics Education*. New York: Routledge.
- Ertmer, P. (2005). Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration? *Educational Technology Research and Development*, 53(4), ss.25-39
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E. & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), ss. 423-435.
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. & Tondeur, J. (2015). Teacher beliefs and uses of technology to support 21st century teaching and learning. In H. R. Fives & M. Gill (Eds.), *International handbook of research on teacher beliefs* (pp. 403–418). New York: Routledge, Taylor & Francis.
- Eynde, P., De Corte, E. & Verschaffel, L. (1999). Balancing between Cognition and Affect: Students' Mathematics-Related Beliefs and Their Emotions during Problem-Solving. *Paper presented at the Conference on Mathematics Beliefs and Their Impact on Teaching and Learning of Mathematics, Mathematical Research Institute, Oberwolfach, Germany.*
- Eynde, P., de Corte, E. & Verschaffel, L. (2002). Framing students' mathematics-related beliefs. In G. C. Leder, E. Pehkonen, & G. Törner (Eds.), *Beliefs: A hidden variable in mathematics education?* (ss. 13–37). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers (Chapter 2).
- Fahlvik, M. (2017). Elevsentrert undervisning med læringsplattform. Itslearning AS.
- Fauskanger, J. (2016). Matematikklæreres oppfatninger om ingrediensene i god matematikkundervisning. *Acta Didactica Norge*, ss. 1-18.
- Fives, H. & Gill, M. G. (Red.). (2015). *International Handbook of Research on Teachers' Beliefs*. New York: Routledge.
- Fjørtoft, S. O., Thun, S., & Buvik, M. P. (2019). *Monitor 2019 En deskriptiv kartlegging av digital tilstand i norske skoler og barnehager*. SINTEF.

- Fuglestad, A. B. (2007). IKT som støtte for "inquiry" i matematikkundervisningen. In B. Jaworski, R. Bjuland, T. Breiteig, A. B. Fuglestad, S. Goodchild, & B. Grevholm (Eds.), *Læringsfellesskap i matematikk. Learning Communities in Mathematics*. Bergen: Caspar Forlag.
- Furberg, A. (2016). Teacher support in computer-supported lab work: Bridging the gap between lab experiments and students' conceptual understanding. *International Journal of Computer-supported Collaborative Learning*, 11(1), 89-113.
<https://doi.org/10.1007/s11412-016-9229-3>
- Gilje, N. & Grimen, H. (1993). *Samfunnsvitenskapenes forutsetninger : innføring i samfunnsvitenskapenes vitenskapsfilosofi* ([3. prøveutg.]. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Gilje, Ø., Ingulfsen, L., Dolonen, J. A., Furberg, A., Rasmussen, I., et. al. (2016). *Med ARK&APP. Bruk av læremidler og ressurser for læring på tvers av arbeidsformer*. Oslo: Universitetet i Oslo.
- Gilje, Øystein. (2017). *Læremidler og arbeidsformer i den digitale skolen*. Oslo: Fagbokforlaget.
- Goos, M. & Bennison, A. (2008). Surveying the technology landscape: Teachers' use of technology in secondary mathematics classrooms. *Mathematics Education Research Journal*, 20(3), 102-130.
- Green, T.F. (1971). *The Activities of Teaching*. New York: McGraw-Hill.
- Grønmo, S. (2016). *Samfunnsvitenskapelige metoder* (2. utg.). Bergen: Fagbokforl.
- Hadjerrouit, S. (2017). Assessing the Affordances of SimReal+ and their Applicability to Support the Learning of Mathematics in Teacher Education. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 14, 121-138.
- Hannula, M. S. (2004). *Affect in mathematical thinking and learning*. Finland: University of Turku.
- Hatch, A. (2002). *Doing Qualitative Research in Education Settings*. Albany. State University of New York Press
- Hennessy, S., Ruthven, K., & Brindley, S. (2005). Teacher perspectives on integrating ICT into subject teaching: commitment, constraints, caution, and change. *Journal of curriculum studies*, 37(2), 155-192.

- Hermans, R., Tondeur, J., van Braak, J. & Valcke, M. (2008). The impact of primary school teachers' educational beliefs on the classroom use of computers. *Computers & Education*, 51(4), 1499-1509.
- Judson, E. (2006). How Teachers Integrate Technology and Their Beliefs About Learning: Is There a Connection?. *Journal of Technology and Teacher Education*, 14(3), 581-597. Waynesville, NC USA: Society for Information Technology & Teacher Education.
- Kagan, D. M. (1992). Implications of research on teacher belief. *Educational Psychologist*, 27(1), 65–90.
- Kidron, I. (2014). Calculus Teaching and Learning. *Encyclopedia of Mathematics Education*, ss. 70-75.
- Kim, C. M., Kim, M. K., Lee, C. J., Spector, J. M., & DeMeester, K. (2013). Teacher beliefs and technology integration. *Teaching and Teacher Education*, 29, 76-85.
- Kjørup, S. (2008). *Menneskevidenskabene : 2 : Humanistiske forskningstraditioner* (2. utg.). Frederiksberg: Roskilde Universitetsforlag.
- Krumsvik, R. J. (2014). *Klasseledelse i den digitale skolen*. Oslo: Cappelen Damm.
- Kunnskapsdepartementet. (2016). *Meld. St. 28 Fag – Fordypning – Forståelse — En fornyelse av Kunnskapsløftet*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.st.-28-20152016/id2483955/?ch=4>
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Framtid, fornyelse og digitalisering — Digitaliseringsstrategi for grunnskoleopplæringen 2017-2021*. Hentet fra https://www.regjeringen.no/contentassets/dc02a65c18a7464db394766247e5f5fc/kd_framtid_fornyelse_digitalisering_net.pdf
- Kunnskapsdepartementet. (2019). *Tale til fremleggelsen av nye læreplaner*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/tale-til-fremleggelsen-av-nye-lareplaner/id2678308/>
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju* (2. utg; T. M. Anderssen & J. Rygge, Overs.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Leatham, K. (2002). Preservice secondary mathematics teachers' beliefs about teaching with technology, *Under the Direction of Thomas J. Cooney*

- Linn, M. C. & Eylon, B.-S. (2011). *Science Learning and Instruction*. Routledge. New York.
- Læg Reid, S., Skorgen, T. & Hagen, E. B. (2014). *Hermeneutisk lesebok*. Oslo: Spartacus
- Maxwell, J.A. (2013). *Qualitative Research Design. An Interactive Approach*. California, USA: SAGE Publications, Inc.
- Niederhauser, D. S., & Stoddart, T. (2001). Teachers' instructional perspectives and use of educational software. *Teaching and teacher education*, 17(1), 15-31.
- Niss, M. (2003). Den matematikdidaktiske forskningens karakter og status i: *Matematikk for skolen*, red. B. Grevholm, ss. 335–364. Bergen: Fagbokforlaget.
- Norstein, A. & Haara, F. (2018). *Matematikkundervisning i en digital verden*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk
- NOU 2014: 7. (2014). *Elevenes læring i fremtidens skole - et kunnskapsgrunnlag*. Oslo: Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/NOU-2014-7/id766593/>
- NOU 2015:8. (2015). *Fremtidens skole. Fornyelser av fag og kompetanser*. Oslo: Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-8/id2417001/?ch=1&q=>
- Nouri, J. (2016). The flipped classroom: for active, effective and increased learning - especially for low achievers. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 13
- Ottenbreit-Leftwich, A., Glazewski, K. & Newby, T. (2010). Preservice technology integration course revision: A conceptual guide. *Journal of Technology and Teacher Education*, 18(1), 5-33.
- Pajares, M. (1992). Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62, ss. 307–332.
- Petko, D. (2012). Teachers' pedagogical beliefs and their use of digital media in classrooms: Sharpening the focus of the 'will, skill, tool' model and integrating teachers' constructivist orientations. *Computers & Education*(4), ss. 1351-1359.
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, 1, 257-315.
- Pierce, R. & Ball, L. (2009). Perceptions that may affect teachers' intention to use technology in secondary mathematics classes. *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 299-317. doi:10.1007/s10649-008-9177-6

- Pierce, R., & Stacey, K. (2010). Mapping Pedagogical Opportunities Provided by Mathematics Analysis Software. I *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. Springer
- Postholm, M. (2010). *Kvalitativ metode*. Oslo: Universitetsforlaget
- Puentedura, R. R. (2006). *Transformation, technology, and education in the state of Maine* [Web log post]. Hentet fra http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2006_11.html
- Puentedura, R. R. (2013). *SAMR: Moving from enhancement to transformation* [Web log post]. Hentet fra <http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/000095.html>
- Puentedura, R. R. (2013a). The SAMR Ladder: Questions and Transitions. Hentet fra http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2013/10/26/SAMRLadder_Questions.pdf
- Puentedura, R. R. (2013b). SAMR: A contextualized introduction. Hentet fra <http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2013/10/25/SAMRAContextualizedIntroduction.pdf>
- Rambøll. (2019). *Pedagogisk bruk av IKT i grunnsopplæringen – Perspektiver fra teori og praksis*. Oslo: Utdanningsdirektoratet.
- Richardson, V. (1996) The Role of Attitudes and Beliefs in Learning to Teach, I J. Sikula (Red.) *Handbook of Research on Teacher Education*. New York: Macmillan.
- Ringdal, K. (2018). *Enhet og mangfold*. Oslo: Fagbokforlaget.
- Rokeach, M. (1968). *Beliefs, attitudes, and values*. San Francisco: Jossey-Bass Pub.
- Schoenfeld, A. H. (1998). Toward a theory of teaching-in-context. *Issues in education: Contributions from Educational Psychology*, 4(1), 1-94.
- Skemp, R. R. (1989). *Mathematics in the primary school*. London: Routledge.
- Svingen, O. L. & Gilje, Ø. (2018). *Kunnskapsgrunnlag for kvalitetskriterium for læremiddel i matematikk*. Hentet fra https://www.udir.no/contentassets/9178af2725fd4773a46374be4ba54de9/grunnlagsdokument_kvalitetilareremidler_udir_2018.pdf

- Teo, T., Chai, C. S., Hung, D. & Lee, C. B. (2008). Beliefs about Teaching and Uses of Technology among Pre-Service Teachers. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*(2), ss. 163-174.
- Thagaard, T. (2009). *Systematikk og innlevelse*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS
- Thagaard, T. (2013). *Systematikk og innlevelse: En innføring i kvalitativ metode* (4. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Thompson, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. I *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics*. (s. 127-146). New York, NY, England: Macmillan Publishing Co, Inc.
- Thompson, P. W. (2014). Constructivism in Mathematics Education. *Encyclopedia of Mathematics Education*.
- Tondeur, J., Hermans, R., Valcke, M. & van Braak, J. (2008). Exploring the link between teachers' educational belief profiles and different types of computer use in the classroom. *Computers in Human Behavior*, 24(6), 2541–2553.
- Tondeur, J., Braak, J. v., Ertmer, P. & Ottenbreit-Leftwich, A. (2016). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: a systematic review of qualitative evidence. *Association for Educational Communications and Technology*, 2016.
- Utdanningsdirektoratet. (2019). *Læreplan i matematikk 1.–10. trinn* (MAT01-05). Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/mat01-05>
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Hva er nytt i matematikk?* Hentet fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagspesifikk-stotte/nytt-i-fagene/hva-er-nytt-i-matematikk/>
- Van Zoest, L. R., Jones, G. A. & Thornton, C. A. (1994). Beliefs about mathematics teaching held by pre-service teachers involved in a first grade mentorship program. *Mathematics Education Research Journal*, 6(1), 37-55.
- Yang, X. & Leung, F. K. S. (2015). The Relationships among Pre-service Mathematics Teachers' Beliefs about Mathematics, Mathematics Teaching, and Use of Technology in China. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(6), 1363-1378. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1393a>

Zhao, Y. & Cziko, G. A. (2001). Teacher adoption of technology: A perceptual control theory perspective. *Journal of Technology and Teacher Education*, 9, 5–30.

Vedlegg I: Samtykkeskjema

Vil du delta i forskningsprosjektet

«Argumentasjon og kritisk matematikkundervisning i flerspråklige klasserom»

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt «Argumentasjon og kritisk matematikkundervisning i flerspråklige klasserom». I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Bakgrunn og formål

Målet med prosjektet er å få innsikt i læreres digitale kompetanse til å legge til rette for argumentasjon for elever i flerspråklige klasserom i grunnskolen. Dette kan innebære å belyse hvilke erfaringer, oppfatninger og tanker en har rundt egen matematikkundervisning og bruk av IKT. Argumentasjon i arbeid med matematisk modellering og digitale læremidler i klasserom med språklig mangfold blir særlig undersøkt, begge er viktige punkter i de nye kjerneelementene i fornyelsen av læreplanene.

Prosjektet varer i fire år, og forskningsmetoden baserer seg på samarbeidsforskning mellom lærerutdannere, lærerstudenter, lærere og elever.

Prosjektgruppen består av masterstudenter, PhD-studenter og tilsatte ved HVL som arbeider med matematikkundervisning. Datainnsamling vil håndteres av medlemmer fra prosjektgruppen.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Høgskolen på Vestlandet er ansvarlig for prosjektet. Prosjektet er ledet av Professor Tamsin Meaney og er støttet av Norsk Forskningsråd. Prosjektet gjennomføres i samarbeid med Bergen Kommune,

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du har blitt spurt om å delta i dette prosjektet fordi du er en lærer som har utdanning innen matematikk og har erfaring knyttet til undervisning av matematikk for elever mellom 5. og 10. trinn.

Hva innebærer det for deg å delta?

Deltagelse innebærer at du blir intervjuet om undervisningen din eller om dine erfaringer og tanker knyttet til argumentasjon, IKT og flerspråklighet. Intervjuet vil ha et omfang på max 45 minutt og kan være i gruppe eller individuelt. Ved samtykke vil også skriftlige dokumenter tilknyttet intervjuene bli brukt til forskning.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i studien, og du kan uten grunngeving når som helst trekke ditt samtykke. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle opplysninger om deg vil da bli anonymisert. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Alle personopplysninger blir behandlet konfidensielt og personidentifiserbart materiale lagres på HVL sin forskningsserver, sikret med brukernavn og passord.

Prosjektet skal etter planen avsluttes 31.12.2023 og alle opptak vil bli slettet når prosjektet avsluttes.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- få slettet personopplysninger om deg,
- få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller 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.

På oppdrag fra HVL – Høgskolen på Vestlandet har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

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

- prosjektleder Tamsin Meaney på tlf: 55 58 55 69 eller epost:

Tamsin.Jillian.Meaney@hvl.no

- HVLs personvernombud: Advokat Halfdan Mellbye, personvernombud@hvl.no
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.
- Masterstudent som gjennomfører intervjuene: Peter Joel Saxegaard, nr. 47320949 eller på epost: joel.sax@hotmail.no
- Masterstudent som gjennomfører intervjuene: Marthina Sæthre Vahedian, telefon: 47306497 eller på epost: marthinavs@outlook.com

Samtykkeerklæring forskningsprosjektet

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Argumentasjon og kritisk matematikkundervisning i flerspråklige klasserom» og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i videopptak
- å delta i lydopptak
- å delta i intervju
- Fylle ut spørreskjema
- Skriftlige dokumenter som skisser, Powerpoint-presentasjoner og endelige arbeidskrav jeg leverer kan brukes til forskning

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, 31.12.2023

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Samtykkeerklæring for bruk av videoer:

- Jeg samtykker i at videosnutter der jeg er med kan vises i presentasjoner og undervisning.

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg II: Intervjuguide

Intervjuguide

Joel Saxegaard, Marthina Vahedian

Tekst i grått: ekstraspørsmål eller spørsmål som kan hjelpe informanter som sliter med å utdype svarene sine.

Gjennomgang før intervjuet starter: Begrepene *IKT* og *digitale verktøy* fremstår som synonymer i intervjuet. Informeres om at erfaringer og eksempler verdsettes i like stor grad som oppfatninger.

Dersom noe er uklart, kan informanten be om andre formuleringer.

Anonymisering og trygghet: Ikke nevnt navn, skole eller andre utsagn som kan være personidentifiserende.

Spørsmål knyttet til lærernes oppfatninger knyttet til matematikk og IKT	
<i>Kategori</i>	<i>Spørsmål</i>
Matematikk (1)	<p>1.1 Hva er matematikk for deg? - Beskriv matematikk med tre ord</p> <p>1.2 Hvorfor er det viktig at elevene skal lære matematikk i skolen? - Når får elevene bruk for matematikk utenfor skolen? Eksempler.</p> <p>1.3. Hvordan foretrekker du å undervise matematikk og hvorfor? - Hvordan opplever du elevenes respons til dette?</p>
IKT (2)	<p>2.1 Hvordan vil du beskrive interesse din for IKT? - hvorfor, hvordan</p> <p>2.2 Hvilke erfaringer har du med IKT i utdanningen din? - Hvordan har du fått bruk for det du lærte av IKT i undervisningssammenheng?</p> <p>2.3 Ofte argumenteres det for at digitale verktøy kan være hensiktsmessig å benytte i undervisningen, blant annet fordi det er tidsbesparende og at det gir mer nøyaktige visualiseringer. Er du enig med dette, og kan det være andre grunner til å benytte IKT i undervisningen?</p> <p>2.4 Opplever du utfordringer ved bruk av IKT matematikkundervisningen? - Hyppighet: hvor ofte oppleves disse? - Hvordan påvirker utfordringene din bruk av IKT i undervisningen?</p>

	<p>2.5 Er det situasjoner der du hovedsakelig benytter deg av IKT nå som du ikke gjorde for 5 år siden? Hvorfor?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kan du nevne en nylig undervisningssituasjon? - Hvilke fordeler/ulempeser ser du i dette?
Læreplan (3)	<p>3.1 I fagfornyelsen til læreplanen i matematikk fellesfag 1.-10.trinn vektlegges IKT i større grad enn før. Føler du deg rustet til å imøtekomme dette? Begrunn.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Er du enig i at dette bør vektlegges? <p>3.2 Ser du for deg at dette kan medbringe noen utfordringer for deg?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvilke utfordringer tror du andre lærere opplever ved en større vektlegging av IKT?
Argumentasjon (4)	<p>4.1 Hvordan vil du beskrive argumentasjon i matematikkundervisningen?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kan du beskrive en nylig situasjon der elevene argumenterte i timen? <p>4.2 Når anser du elevenes matematiske argument som fullstendig?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eventuelle kriterier for et matematisk argument - Er elevene også innforstått med dette? Hvordan har du tilrettelagt for dette? <p>4.3 Hvordan tenker du at digitale verktøy kan nyttes for å skape matematikksamtaler i undervisningen?</p> <ul style="list-style-type: none"> - gjelder (svaret) mer/mindre for samtlige matematiske emner? Hvordan? <p>4.4 Hva er din oppfatning av logisk tenkning?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvilke sammenhenger ser du mellom LT og argumentasjon? <p>Om ARGUMENT prosjektet (spesifikt mot Ytrebygda informant):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Denne skolen er en del av forskningsprosjektet ARG. Hvordan brukes IKT i denne sammenhengen? - Bruken av reelle kontekster er relevant opp mot prosjektet. Anser du IKT som et viktig verktøy for å skape samtale om matematikken?
Flerspråklighet (5)	<p>5.1 I din oppfatning, hvilke muligheter kan digitale verktøy gi flerspråklige elever?</p> <p>5.2 Det finnes flere nettressurser som tilbyr flerspråklige elever undervisning på sitt morsmål (morsmål.no).</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Har du erfaringer med dette? Utdyp. b. Opplever du utfordringer med å få flerspråklige elever til å uttrykke seg/argumentere i dine matematikktimer?

	c. På hvilken måte tenker du at digitale verktøy kan brukes som et virkemiddel for å stimulere matematisk argumentasjon for FS?
Aktuelle spørsmål/ betraktninger fra spørreundersøkelse	1.3

Vedlegg III: Koding i transkripsjoner

<i>KATEGORI</i>	<i>FORKORTEELSE</i>
Matematikkens natur	MN
Matematikkundervisning	MU
Matematikklæring	ML
Instrumentalistisk	I
Platonisk	P1
Problemløser	P2
Kombinasjon av kategorier X og Y	X/Y
Digitale verktøy	DV
IKT	IKT
Teknologiske muligheter	TM
Brukervennlighet	B
Lettforståelig	B-L
Navigering	B-N
Presist	B-P
Tilgjengelig	B-T
Egenskaper	E
Forsterker	E-F
Modifiserer	E-M
Redefinerer	E-R
Pedagogiske muligheter	PM
Elevnivå	EN
Overføring av kunnskap	I
Konstruere forståelse	P1
Selvstyrende utforskning	P2
Klasseromsnivå	KN
Instruktør	I
Forklarer	P1
Tilrettelegger	P2
Matematikkfaglnivå	MFN

Innhold, mestring	I
Innhold, forståelse	P1
Elevfokuset	P2

TRANSKRIPSJON BESKRIVELSE

...	Mindre pauser, enten før, etter eller gjennom besvarelsene
(...)	Ufullstendige besvarelser, tekst er utelatt
«tekst»	Eksempler på andres utsagn/ytringer
sukk	Tolkning av frustrasjon
latter	Latter
Tekst. Tekst	Punktum anvendes etter tolkning av fullstendige, avsluttede setninger.
Tekst, Tekst	Komma indikerer på raskt skifte av tema. Erstatte punktum der det ikke forekommer pauser mellom temaskifte