



Høgskulen  
på Vestlandet

# MASTEROPPGAVE

Læreres oppfatninger om IKT i  
matematikkfaget

Teachers' beliefs about ICT in  
mathematics education

**Peter Joel Saxegaard**

Master i undervisningsvitenskap, fordypning i  
matematikkdidaktikk

Fakultet for lærerutdanning, kultur og idrett (FLKI)

Veileder: Troels Lange

29.05.2020

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

## Forord

Fem år på lærerstudiet går mot slutten og masterarbeidet markerer den avsluttende fasen av min studietid. Gjennom dette arbeidet har jeg lært å jobbe selvstendig og ta egne avgjørelser for studiens utforming og formål. Oppgaven har krevd mye av min oppmerksomhet som til tider har vært utfordrende og prøvende. Heldigvis har jeg hatt venner og studiekamerater som har bidratt med konstruktive samtaler og støtte i denne perioden. Jeg gleder meg til å ta i bruk den kunnskapen jeg har tilegnet gjennom disse årene.

Jeg vil takke informantene som sa seg villige til å delta i min og min medstudents forskningsprosjekt. Jeg vil også takke venner og familie som har bidratt til korrekturlesning og skrive tips. Min veileder Troels Lange har også vært essensiell for arbeidet. Han har bidratt med konstruktive tilbakemeldinger og oppmuntrende ord.

Til tross for at året ble noe annerledes enn forventet med tanke på COVID-19 vil jeg takke for hyggelige lunsjpauser med de på lesesalen. Det bidro til fornyet energi og pågangsmot.

Takk til romkamerat som har bidratt med refleksjoner og stilt som samtalepartner når jeg har hatt behov for å drøfte ideer.

Peter Joel Saxegaard

Bergen, 29. mai 2020

## Sammendrag

Målet med undersøkelsen er å sette søkelys på oppfatninger som kommer til syne rundt informasjons- og kommunikasjonsteknologi for undervisningsformål i matematikk. Debatten om digitalisering av skolen reises av politikere, lærere, foreldre og elever. Refleksjon om hvilken plass digital teknologi bør ha i skolen bør også inkluderes i lærerutdanningen for å gi kommende lærere muligheten til å prege utviklingen av IKT i klasserommet.

Denne studien utforsker læreres oppfatninger om IKT for undervisning og læring av matematikk. Den har et særlig fokus på hvordan lærerne opplever at IKT påvirker deres undervisning. Problemstillingen er formulert på følgende vis: *Hvilke oppfatninger har lærere av bruk av IKT i matematikkundervisning?* Fem kvalitative forskningsintervju med lærere er brukt for å undersøke problemstillingen. Lærernes erfaringer og oppfatninger om IKT, matematikk, læreplan, argumentasjon og flerspråklighet danner grunnlaget for empirien i undersøkelsen. Gjennom disse beretningene er hensikten å avdekke hvordan lærere oppfatter utfordringer og muligheter ved IKT.

I litteraturoversikten er det gjort rede for tidligere forskning på IKT i matematikkundervisningen. Teorikapittelet består av teoretiske aspekter av oppfatninger. Begrepet affordanse introduseres i en matematikk og IKT-kontekst. Videre blir kognitive aspekter på læring og teorier på argumentasjon og flerspråklighet inkludert. Sosialkonstruktivistisk teori brukes som teoretisk ramme for studien. Teoriene danner grunnlaget for analysen av innsamlet data.

Analysen er delt i tre underkapitler som svarer på hvert sitt underspørsmål. Lærerne beskriver eksempler med IKT sin rolle i undervisningen og hvordan det blir brukt. Deres uttalte oppfatninger om IKT stemmer overens med oppfatningene deres om undervisningspraksis. Tidsbesparende aspekter fremstår som en betydningsfull årsak til økt bruk av digitale verktøy og læremiddel. Faktorer som omhandler undervisning, interesse for IKT og læreplan trekkes fram som påvirkning av oppfatninger om IKT. Lærerne anser video og dynamiske verktøy som muligheter ved IKT for matematisk argumentasjon og resonnering. Lærernes bruk av oversetting var den primære affordansen ved digitale verktøy som kunne støtte flerspråklige elevers forståelse og resonnering.

## Abstract

The aim of the study is to highlight the concepts that appear around ICT for teaching purposes in mathematics. The debate about digitizing schools is being raised by politicians, teachers, parents and students. Reflection on what space digital technology should have in the school should also be included in the teacher education to give future teachers the opportunity to characterize the development of ICT in the classroom.

This study explores teachers' beliefs of Information and Communication Technology for teaching and learning mathematics. It focuses on how teachers perceive ICT affects their teaching. The research question is formulated as follows: *What beliefs do teachers have of using ICT in mathematics education?* Five qualitative research interviews with teachers were conducted to investigate the problem to be addressed. The teachers' experiences and beliefs about ICT, mathematics, curriculum, argumentation and multilingualism form the basis for the empirical study. The purpose of these interviews is to reveal how teachers perceive the challenges and opportunities of ICT.

Previous literature on ICT in mathematics education is reported in the literature review chapter. The theory chapter consists of theoretical aspects of beliefs. The concept of affordance is introduced in a mathematic and ICT context. Furthermore, cognitive aspects of learning and theories of argumentation and multilingualism are included. Social constructivism theory is used as a theoretical framework for the study. The theories form the basis for the analysis of the collected data.

The analysis is divided into three sub-chapters each answering a sub-question. The teachers describe examples of ICT's role in teaching and how it is used. Their stated beliefs about ICT point to consistency with beliefs about teaching practice. Time-saving aspects emerged as a significant reason for increased use of digital tools and teaching materials. Factors that relate to teaching, ICT interest and curriculum are highlighted as influencing beliefs of ICT. The teachers recognized video and dynamic tools as ICT opportunities for mathematical argumentation and reasoning. The teachers use of translation was the primary affordance of digital tools that could support multilingual students understanding and reasoning.

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>1</b>
1.1	RASJONALE .....	2
1.2	STUDIENS FORSKNINGSSPØRSMÅL OG FORMÅL .....	3
1.3	OPPBYGGING AV OPPGAVEN .....	4
<b>2</b>	<b>LITTERATUROVERSIKT OG TEORETISK RAMMEVERK</b> .....	<b>5</b>
2.1	TIDLIGERE FORSKNING .....	5
2.2	TEORI .....	8
2.2.1	<i>Oppfatninger</i> .....	9
2.2.2	<i>Affordance</i> .....	10
2.2.3	<i>Integrering av digital teknologi og kognitiv påvirkning</i> .....	12
2.2.4	<i>Webbing og Situert abstraksjon</i> .....	14
2.2.5	<i>Flerspråklighet</i> .....	15
2.2.6	<i>Resonnering</i> .....	17
2.3	TEORETISK RAMMEVERK .....	18
2.3.1	<i>Oppfatninger om matematikk og IKT</i> .....	19
2.3.2	<i>Konstruktivisme og sosial konstruktivisme</i> .....	22
2.3.3	<i>Oppsummering</i> .....	23
<b>3</b>	<b>METODE</b> .....	<b>24</b>
3.1	KVALITATIV OG KVANTITATIV FORSKNINGSMETODE .....	24
3.1.1	<i>Det kvalitative forskningsintervju</i> .....	25
3.1.2	<i>Spørreundersøkelsen</i> .....	26
3.2	BAKGRUNN FOR VALG AV INFORMANTER .....	28
3.3	GJENNOMFØRING AV SPØRREUNDERSØKELSE OG INTERVJU, TRANSKRIPSJON .....	29
3.4	ANALYSEMETODE.....	30
3.5	RELIABILITET OG VALIDITET .....	31
3.5.1	<i>Reliabilitet</i> .....	31
3.5.2	<i>Validitet</i> .....	32
3.6	ETISKE HENSYN.....	32
<b>4</b>	<b>PRESENTASJON AV DATAMATERIALE</b> .....	<b>34</b>
4.1	PÅL.....	34
4.2	ANNA.....	35
4.3	JENS.....	37
4.4	MARIE.....	38
4.5	INE .....	40

<b>5</b>	<b>ANALYSE</b> .....	<b>42</b>
5.1	IKT SIN PÅVIRKNING AV MATEMATIKKUNDERVISNINGEN .....	42
5.1.1	<i>Undervisningssyn</i> .....	42
5.1.2	<i>Syn på læring av matematikk</i> .....	43
5.1.3	<i>Matematikkssyn</i> .....	45
5.1.4	<i>Digitale verktøy og endringer i lærerarbeid og oppfattelser av lærerarbeid</i> .....	47
5.2	TEORETISK ANALYSE AV IKT SIN PÅVIRKNING AV UNDERVISNINGEN .....	48
5.2.1	<i>Undervisning og IKT</i> .....	48
5.2.2	<i>Læring og IKT</i> .....	51
5.2.3	<i>Oppfatning om Matematikkens natur</i> .....	52
5.2.4	<i>Oppsummering av IKT sin påvirkning av matematikkundervisningen</i> .....	52
5.3	HVA PÅVIRKER LÆRERNES OPPFATNING? .....	53
5.3.1	<i>Teknologiutvikling</i> .....	53
5.3.2	<i>Læreplan</i> .....	53
5.3.3	<i>Interesse for IKT og pedagogiske formål som påvirkning</i> .....	54
5.4	TEORETISK FORSTÅELSE AV PÅVIRKNINGER AV OPPFATNINGER .....	55
5.4.1	<i>Affordanser</i> .....	55
5.4.2	<i>Constraints</i> .....	59
5.4.3	<i>Ferdighet</i> .....	59
5.4.4	<i>Oppsummering</i> .....	60
5.5	MULIGHETER FOR RESONNERING OG FLERSPRÅKLIGE .....	60
5.5.1	<i>Resonnering og argumentasjon</i> .....	60
5.5.2	<i>IKT og flerspråklige elever</i> .....	62
5.6	MULIGHETER I UNDERVISNING.....	62
5.6.1	<i>Muligheter til argumentasjon</i> .....	63
5.6.2	<i>IKT for flerspråklige elever</i> .....	65
5.6.3	<i>Oppsummering</i> .....	67
<b>6</b>	<b>DISKUSJON OG KONKLUSJON</b> .....	<b>68</b>
6.1	IKT SOM PÅVIRKER UNDERVISNING.....	68
6.2	FAKTORER SOM PÅVIRKER OPPFATNINGER OM IKT .....	69
6.3	OPPFATTEDE MULIGHETER VED IKT FOR ARGUMENTASJON OG FLERSPRÅKLIGE ELEVER.....	70
6.4	REFLEKSJON RUNDT METODE OG RAMMEVERK.....	71
6.5	KONKLUSJON .....	72
6.5.1	<i>Videre forskning</i> .....	73
<b>7</b>	<b>LITTERATUR</b> .....	<b>74</b>
<b>VEDLEGG A</b>	<b>INFORMASJON OM SAMTYKKE</b> .....	<b>78</b>

<b>VEDLEGG B</b>	<b>INTERVJUSPØRSMÅL .....</b>	<b>81</b>
<b>VEDLEGG C</b>	<b>SPØRREUNDERSØKELSE .....</b>	<b>84</b>

## Figuroversikt

Figur 1. Categories of teacher beliefs. Fra «Teachers' beliefs about school mathematics and mathematicians' mathematics and their relationship to practice» av K. Beswick, 2012, <i>Educational Studies in Mathematics</i> , 79, s. 131. ....	19
Figur 2. Functional affordances, categorised by type and degree of interaction. Fra “Affordance analysis – matching learning tasks with learning technologies,” av M. Bower, 2008, <i>Educational Media International</i> , 45, s. 7. ....	21
Figur 3. Beswick (2012) kategorier kombinert med Hughes et al. (2006) RAT modell .....	22
Figur 4. Utdrag fra spørreskjema spm. 6.....	28

# 1 Innledning

I St. Meld. nr. 28 er det understreket at generell del av læreplanen må reflektere samfunnet og virkeligheten som barn og unge befinner seg i (Kunnskapsdepartementet, 2016).

Informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) og digital kompetanse representerer noen av de endringene som gjør seg gjeldende. Det påpekes også at digital kommunikasjonsteknologi endrer sosiale omgangsformer og betingelser for læring (Kunnskapsdepartementet, 2016). På grunn av de muligheter og utfordringer som tilbys med IKT, bør også forskningen se på hva som anses som konstruktiv bruk og hvordan det kan gagne elever og lærere. Fjørtoft, Thun og Buvik (2019) viser at læreres bruk av digitalt utstyr har økt fra 2016 til 2019. Et økende fokus på digital teknologi for læring i skolen bør forventes. Det kommer også til syne i forslaget til den nye læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2019) som nevner digitale verktøy i kjerneelementene, de grunnleggende ferdighetene og i flere av kompetansemålene for hvert trinn. Resonnering og argumentasjon er også eksplisitt nevnt i kjerneelementene. Det kan vise til en økende satsning på denne kompetansen innenfor matematikkundervisning. Spørsmålet er om bruk av IKT påvirker elevenes evne til resonnering i matematikken.

Siden vi blir mer et mangfoldig samfunn, vil også en satsing på «kompetanseutvikling på det flerkulturelle området» (Kunnskapsdepartementet, 2013, s. 158) stå sentralt for utviklingstiltak i norsk skole. Generell del av læreplanen «må også tydeligere beskrive den norske skolens åpne og inkluderende holdning til elever med bakgrunn fra ulike livssyn, kulturer og tradisjoner» (Kunnskapsdepartementet, 2016, s. 19). Med mangfoldet av språk i norske skoler, vil det også være av interesse å se hvordan IKT kan støtte flerspråklige elever i matematikkfaget.

Det har lenge vært snakk om en økt bruk av IKT i skolen. Helt siden åttitallet da programmering ble introdusert med tanke på utdanning, har implementeringen av digitale verktøy som LOGO blitt drøftet. I dag har elever tilgang på flere digitale hjelpemidler enn noen gang. Graden av IKT implementering varierer fra skole til skole, men øker totalt sett nasjonalt (Fjørtoft et al., 2019). I tillegg har nettbasert undervisning blitt spesielt aktuelt etter at COVID-19 satte sitt preg på norske skoler. Digitale hjelpemiddel som iPad, chromebook, PC ol. blir stadig mer utbredt i klasserommene, men også i lærerkollegiet. Den økte IKT-bruken har vært gjenstand for mye kritikk. Det er ulike oppfatninger om hva den kan bidra med i undervisningen. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) ble utviklet



for å forstå den kunnskapen og de kompetansene en lærer bør ha for å oppnå god undervisning i et teknologirikt læringsmiljø (Koehler & Mishra, 2009). Sacristán et al. (2010) trekker frem betydningen av lærerens rolle i læringen av matematikk i teknologirike klasserom.

Hvis man skal tolke læreplanen slik at et økt IKT-bruk er ønskelig for faglig utvikling, er det viktig at de digitale hjelpemidlene ikke blir brukt ukritisk. Derfor kan forskning på IKT-bruk i skolen bidra til å belyse utfordringer som kan oppstå. Fjørtoft et al. (2019) har bidratt til å belyse aspekter rundt bruk av digitale hjelpemidler i Norge og skolars erfaring med det.

Hensikten med den økte bruken av digitale verktøy er at det skal handle om dypere forståelse, utforskning og en økende grad av læringsfremmende matematikksamtaler. Samtidig kan det være flere formål til å bruke IKT i matematikkundervisningen. Det vil stadig foregå en vurdering av hvilken kontekst det er hensiktsmessig å benytte en type program. Samtidig bør en vurdere programmet til målet man ønsker å oppnå. Her kan det være mange muligheter.

Denne studien ser på læreres oppfatninger knyttet til IKT. Bruken av IKT i skolesammenheng er ikke nytt. Forskjellen på IKT nå og før, er at teknologien har utviklet seg i så stor grad at bruken også har endret seg. Ser man kun tilbake 10-15 år, hadde mange skoler et eget datarom som elevene fikk jobbe i. Noen har dette enda. Praksisen kunne oppleves som tidkrevende og flyttingen til nye rom kunne kreve mye av lærerens klasseledelse. Mange kommuner i Norge har nå Chromebooks til hver elev (Fjørtoft et al., 2019). De er raskere enn de gamle stasjonære, og elevene er en del av et nettverk som gjør det lett å samarbeide med hverandre og kommunisere med læreren. Det innebærer store endringer i hele undervisningsstrukturen. Dermed kan læreres refleksjoner rundt forandringer i undervisning være interessant å utforske. For å undersøke lærerens oppfatninger knyttet til IKT vil oppfatningen av matematikk være vesentlig for hvordan en IKT implementering foregår.

## **1.1 Rasjonale**

Jeg begynte på GLU 5-10 utdanningen og fortsatte på en master i undervisningsvitenskap etter det tredje året. I løpet av denne perioden er jeg overasket over hvor lite fokus digitale hjelpemidler har fått i utdanningsløpet. I matematikken ble vi introdusert for dynamiske geometriprogram (GeoGebra) og regneark (Excel). Utover dette hadde vi ingen egen IKT-orientert undervisning. Dette ser jeg som problematisk når læreplanen som kommer i 2020 har visse forventninger til læreres IKT-ferdigheter. De skolene som velger å ansette nyutdannede lærere, vil med rette forvente at lærerne har digitale kunnskaper. Etersom forskning peker på

viktigheten av læreres digitale ferdigheter bør dette få større fokus fremover (Sacristán et al., 2010).

Jeg ønsker å utforske de mulighetene som lærere oppfatter ved bruk av digitale verktøy. Betraktninger og erfaringer som lærere kommer med, kan bidra til å gi innsikt i hvordan de bruker IKT i dag, men også hvilket potensiale de ser i det. Jeg ser ikke bare på IKT som en mulighet til å effektivisere undervisningen, men og heve kvaliteten. Dersom det kan åpne dører for elever med ulike forutsetninger, tenker jeg at det er et potensiale som bør undersøkes. I NOU 2015: 8 (2015, s. 57) defineres både forståelse og resonnering som kompetanser i matematikkfaget. Oppfatninger knyttet til hvordan IKT kan støtte elever til å opparbeide en høyere kompetanse i forståelse og resonnering, vil drøftes videre i avhandlingen.

I løpet av høsten 2020 blir en ny læreplan iverksatt. Nok en reform har ankommet norske skoler som er ment å heve kvaliteten. Kunnskapsdepartementet bestemmer når ny læreplan skal innføres og utdanningsdirektoratet får oppdraget med å utarbeide disse læreplanene. Lærere får medvirke til endringene via høringer. Likevel bærer de store endringene i norsk skole preg av et «ovenfra og ned»-perspektiv. Lærere får bidra, men må til slutt ta til takke med endringene som blir gjort, som også blir lovpålagte. Dersom læreres oppfatninger knyttet til matematikkundervisning ikke samsvarer med stortinget og kunnskapsdepartementet sin oppfatning, kan det danne grunnlaget for frustrasjon og misnøye. Forskning på læreres oppfatninger kan bidra til å belyse aspekter ved hvordan læreplanen tolkes og blir praktisert av lærere. Dersom man har en bedre forståelse av disse oppfatningene kan det påvirke fremtidige reformer i positiv retning. I tillegg kan kvalitative undersøkelser om oppfatningene gi innsikt i hvordan IKT blir utnyttet, i henhold til læreplanen 2020.

## **1.2 Studiens forskningsspørsmål og formål**

Jeg er interessert i å undersøke oppfatninger lærere har til IKT og hvilke muligheter de ser i digitale verktøy. IKT kan ha svært mange bruksområder og min hypotese er at mange av disse enda ikke har blitt utforsket. Fokus på økt argumentasjon i matematikkfaget er ikke noe nytt innenfor matematikdidaktikken. Likevel presiseres det mer i kjerneelementene som et fokusområde (Utdanningsdirektoratet, 2019). Dermed er det interessant å se hvordan IKT kan bidra med å nå et mål om økt resonnering og argumentasjon. Samtidig opplever skoler i dag en økende globalisering i form av mer flerkulturelle klasserom. Mange elever kommer fra en bakgrunn der de benytter to eller flere språk. Det kan også by på utfordringer dersom kravet

om argumentasjon og resonnering skal bli møtt i norsk skole. Dermed ønsker jeg å se på hvilke oppfatninger lærere har til IKT-bruk i matematikken, og hvordan det kan påvirke undervisningen med tanke på argumentasjon og flerspråklige elever. Min problemstilling lyder som følger:

*Hvilke oppfatninger har lærere av bruk av IKT i matematikkundervisning?*

Som en del av de oppfatningene som kommer til syne gjennom undersøkelsen, vil jeg se på hvilke muligheter og utfordringer lærere oppfatter ved IKT til å utvikle matematisk argumentasjon og økt forståelse for flerspråklige elever. Dermed har jeg kommet fram til følgende underspørsmål.

1. På hvilken måte oppfatter lærere at IKT påvirker matematikkundervisningen?
2. Hva påvirker læreres oppfatning om IKT i matematikkundervisningen?
3. Hvilke muligheter oppfatter lærere ved bruk av IKT for flerspråklige elever og matematisk argumentasjon og resonnering?

Intensjonen vil være å belyse aktuelle situasjoner som dagens lærere står ovenfor. Hensikten med studien er ikke å trekke fram generaliserende funn. Teorien og rammen studien blir gjort i kan bidra til å nyansere tidligere perspektiv på eksisterende forskning.

Denne studien er utviklet i sammenheng med forskningsprosjektet LATACME som står for Learning About Teaching Argumentation for Critical Mathematics Education. Prosjektet har som overordnet fokus å forske på argumentasjon og kritisk matematikdidaktikk i flerspråklige klasserom.

### **1.3 Oppbygging av oppgaven**

Jeg vil begynne med å presentere tidligere forskning som er blitt gjort på området. Dette vil gi et inntrykk av hvordan min forskning bygger videre på det som er blitt gjort. Videre vil jeg trekke frem det teoretiske rammeverket som er brukt for å belyse problemstillingen. Deretter vil jeg beskrive hvordan datainnsamlingen har foregått i et metodekapittel. Resultat og analyse vil deretter presenteres. Avslutningsvis vil jeg drøfte mine funn opp mot tidligere forskning og avslutte med oppfordring til videre forskning.

## 2 Litteraturoversikt og Teoretisk Rammeverk

Denne studien har til hensikt å avdekke oppfatninger som kommer til syne ved bruk av IKT i matematikkfaget. Oppfatninger kan påvirke hvordan man opptrer i et miljø (Thompson, 1992). Det vil først bli redegjort for hvordan IKT har blitt brukt i matematikkundervisningen. Dette innebærer en utdypning av digitale verktøy og læremiddel som benyttes til matematiske formål i skolen. Dette vil belyse tidligere erfaringer og legge grunnlag for hvordan oppfatninger kan ha oppstått. Innledningsvis ble det presisert at oppfatninger står sentralt. Flere forskere har definert oppfatninger forskjellig, som har bidratt til ulik forståelse på feltet. Her vil jeg presentere hvordan jeg forstår og bruker det. Jeg vil begynne med å presentere aktuelle begreper i denne studien. Videre vil tidligere forskning på IKT og matematikk presenteres. Deretter vil jeg presentere teorier som er aktuelle når det gjelder bruk av IKT for matematikkfaglige formål. Det vil også inkludere en utgreiing av oppfatninger. Avslutningsvis i kapittelet vil jeg presentere det teoretiske rammeverket som vil bli brukt senere i analysen.

### 2.1 Tidligere forskning

Denne studien tar for seg aspekter som spenner over flere forskningsfelt. Oppfatninger, matematikk, IKT, flerspråklighet og argumentasjon er noen av disse. Dermed vil jeg presentere noe av forskningen som er gjort på de nevnte områdene. Først og fremst vil jeg i korte trekk introdusere forskningen på læreres oppfatninger knyttet til matematikk. Deretter ønsker jeg å vise noe av litteraturen som peker på effektene og bruken av IKT i matematikkundervisningen. Til slutt vil jeg påpeke de aspektene ved IKT som kommer til syne for argumentasjon og flerspråklighet i matematikken.

For å tydeliggjøre min bruk av IKT i denne studien vil jeg ta utgangspunkt i hvordan Svingen og Gilje (2018) har tydeliggjort distinksjonen mellom digitale læremiddel og digitale verktøy. Det presiseres at digitale læremiddel har oppgaver som kan være individtilpasset og der veiledning og korrigerings kan tilbys med utgangspunkt i elevens læringsnivå. Noen spill som tar i bruk belønning kategoriseres også som digitale læremiddel. Programmer som Kikora og Campus Inkrement omtales som digitale læremiddel. De er ofte utviklet for å øve på ferdigheter. Digitale verktøy brukes til utregninger, manipulasjon av figurer og kan tilby ulike representasjoner. Eksempler på slike type verktøy er Excel og GeoGebra.

IKT sin nytteverdi i matematikkundervisning har fått internasjonal oppmerksomhet i forskningsmiljøet. Dette kommer til syne gjennom forskning og artikler skrevet så tidlig som

på 80-tallet om IKT sitt potensiale for økt læringsutbytte og forståelse i matematikk (Drijvers et al., 2010). Sacristán et al. (2010) har sett på hvilke muligheter digital teknologi tilbyr i matematikkundervisning og læring. Fokuset ligger spesielt på hvordan IKT endrer strukturen på læringskursen (Learning trajectory) for den som lærer. Yang og Leung (2015) forsket på kinesiske lærerstudenters oppfatning og holdning til IKT, sammenlignet med oppfatninger om matematikk og undervisning. I deres kvantitative undersøkelse fant de at konstruktive oppfatninger om læring og undervisning, og positive holdninger til IKT, samsvarte med konstruktive oppfatninger om IKT-bruk. Tradisjonelle oppfatninger om undervisning og læring ble assosiert med tradisjonelle oppfatninger om IKT-bruk. Doğan (2012) forsket på tyrkiske lærerstudenters syn på bruk av PC i matematikkundervisningen. De var positive til hvordan PC kunne benyttes til effektiv læring og undervisning av matematikk, men var usikre på deres egen ferdighet til å undervise matematikk ved bruk av PC.

I matematikkundervisningen er det visse programmer som peker seg ut. Bruk av regneark, dynamiske geometriprogram og programmering er sentrale i dagens praksis og særlig fremtredende i det som kalles digitale ferdigheter i læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2019). Olive et al. (2010) definerer dynamiske geometriprogram på følgende måte:

Dynamic Geometry Environments (DGEs) include any technological medium (both hand-held and desktop computing devices) that provides the user with tools for creating the basic elements of Euclidean geometry (points, lines, line segments, rays, and circles) through direct motion via a pointing device (mouse, touch pad, stylus or arrow keys), and the means to construct geometric relations among these objects (s. 147).

Man bruker begrepet dynamisk ettersom figurer og grafer kan manipuleres ved hjelp av de mulighetene som programmet tilbyr. Ved å kunne dra/trekke elementer i en konstruksjon tillater det ulike visuelle eksempler som også gir mulighet til å finne ut hva som eventuelt forblir invariant i konstruksjonen (Olive et al., 2010). Et eksempel på et program som er vidt brukt i norske klasserom er GeoGebra (Fjørtoft et al., 2019). Dynamiske geometriprogram inneholder også visse begrensninger som innebærer at læreren blir sentral for å tydeliggjøre problem ut ifra elevenes synspunkt og engasjere elevene til å forstå matematikken på nye måter (Olive et al., 2010). Innenfor utdanning har bruken av dynamiske geometriprogram gjort det mulig å endre på eksisterende matematisk pensum og «finne på» nye måter å se på matematikk f. eks. som en bro mellom euklidisk geometri til analyse (Olive et al., 2010).

Bruken av regneark kan ifølge Sacristán et al. (2010) tilby utvikling av naturlige og spontane numeriske serier og kan representere data grafisk. Det kan også gjøre det mulig å analysere et

større utvalg av data. Ved å kunne benytte «dra ned»-funksjonen foreslår programmet mønstre som kan støtte elever til å se matematiske forhold. Brukeren kan også jobbe samtidig med flere representasjoner. Programmeringsverktøy omtales av Bray og Tangney (2017) som muligheten til å modellere og representere matematikk på nye måter. Det skiller seg fra de foregående programmene ettersom det kreves at brukeren forstår de intrikate prosedyrene som inngår i utregningene.

Mange norske skoler benytter seg av Campus Inkrement i forbindelse med Flipped Classroom, som er en pedagogisk tilnærming der elevene lærer seg stoffet ved hjelp av videoassistanse (Muir & Geiger, 2016). Campus Inkrement viser elevene korte instruksjonsfilmer og gir de oppgaver som skal støtte elevenes læring når de jobber med matematikken på egenhånd. Når elevene er på skolen skal de være kjent med fagstoffet, slik at læreren bruker tid på å veilede og støtte elevene videre i læringsprosessen. Programmet kan omtales som et digitalt læremiddel ettersom at oppgaver og videoer presenteres.

Flere studier har undersøkt aspekter rundt læring av matematikk med IKT (Olive et al., 2010). Likevel er det fortsatt ikke så mye forskning på hvordan IKT brukes til å fremme læring for flerspråklige elever. Libbrecht og Goosen (2016) har samlet noen studier på feltet og beskrevet hvordan IKT-implementering kan bidra til ulike måter å forstå og uttrykke matematiske konsepter og fenomen for flerspråklige elever. Det er også gjort en undersøkelse på IKT-implementering fra rurale områder i Sør-Afrika, der utfordringer knyttet til IKT-implementering var direkte koblet til språkbarrierer i undervisningsmaterialet (Dalvit, Muyingi, Terzoli & Thinyane, 2007). En annen studie gjort av Banyard, Underwood og Twiner (2006) viste at elever på en skole i London, der det var registrert 40 ulike språk, opplevde at IKT-bruken bidro til å overkomme kommunikasjonshindringer som vanligvis forekom i slike settinger. Bruken av IKT har medført flere positive konsekvenser for elever med flerspråklig bakgrunn. Hvordan dette foregår vil bli belyst i teorikapittelet.

Bezold og Ladel (2014) beskriver sitt forskningsprosjekt KLIC (Kinder lernen in computergestützten Lernumgebungen) som har som mål å fremme barns generelle ferdigheter, med vekt på oppdagelse og etablering av matematiske forhold ved bruk av PC. Spørsmålet blir hva IKT kan bidra med på den fronten. I følge Bezold og Ladel (2014) kan problemløsning og utforskning ofte kobles til evne til å regne og kalkulere. For yngre elever som opplever utfordringer med å mestre denne ferdigheten, blir videre resonnering og utforskning vanskelig å gjennomføre. Elever som bli sittende fast i oppgaver som utelukkende krever regning, vil oppleve oppgavene kjedelige og demotiverende. Dersom resonnering

regnes som et høyere nivå av matematisk kompetanse, kan lavt presterende elever oppleve vansker med å utvikle en resonneringsevne. Ifølge Rogers (referert i Bezold & Ladel, 2014, s. 412) tilbyr IKT eksterne representasjoner som reduserer den kognitive innsatsen som forventes av elevene til å løse et problem. Hvis digitale verktøy kan gjøre de grunnleggende utregningene, så tillater det elevene å utvikle sine resonneringsferdigheter (s. 412).

Granberg og Olsson (2015) så på hvordan det dynamiske geometriprogrammet GeoGebra kunne støtte elevenes kreative resonnering. De presenterer et synspunkt som skiller seg noe fra Bezold. Det kan også nevnes at Bezold og Ladel (2014) henviste til lavt presterende elever. Imiterende resonnering beskrives av Granberg og Olsson (2015) som resonnering som bygger på tidligere kjente prosedyrer eller fakta. Kreativ resonnering bygger på nye løsningsstrategier til gitte problem. Løsningen vurderes og argumenteres for, og endres ut ifra hvordan argumentasjonen samsvarer med matematisk logikk. Når elever driver med imiterende resonnering, vil det være hensiktsmessig å kunne memorere løsningsstrategier og fakta. Automatiserte kompetanser som geometriske fakta, enkel multiplikasjon osv. kan bli brukt uten å belaste for mye av elevenes kognitive kapasitet. Forskningen sier noe om hvordan IKT kan blir ansett til resonneringsformål.

I de siste 10 årene har det vært en enorm økning i teknologiske fremskritt som preger samfunnet og skolen. Dermed kan forskning som undersøker IKT-bruk anses som ferskvare. Det som er i bruk i dag, vil mulig ikke eksistere om fem år, eller så vil det være så videreutviklet at det er ugjenkjennelig. Slik utviklingen har vært har det resultert i utstyr som har større kapasitet og responderer meget hurtig i forhold til tidligere versjoner. Mye av forskningen som finnes på dette temaet blir betraktet som utdatert, men jeg vil påstå at flere av mulighetene som nevnes i litteraturen fortsatt er relevante i 2020. Mye av litteraturen beskriver de samme funksjonene som for eksempel finnes i GeoGebra i dag. Derfor mener jeg at de fortsatt er nyttige.

## **2.2 Teori**

Teorien som inngår i følgende kapittel, vil dekke flere forskningsfelt. Først vil jeg gå dypere inn i begrepet oppfatninger for å belyse sider ved begrepet som er aktuell for denne studien. Deretter vil jeg trekke frem perspektiver rundt affordances som er aktuelle for et IKT-syn i matematikkundervisningen. Videre vil jeg greie ut om kognitive teorier ved læring og abstraksjon. Så vil teorier knyttet til argumentasjon og flerspråklighet inkluderes.

Avslutningsvis i 2.4 argumenteres det for hvordan teoriene vil bli brukt til å svare på problemstillingen.

### 2.2.1 Oppfatninger

Furinghetti og Pehkonen (2002) beskriver oppfatninger og får fram hvordan begrepet fremstår flertydig i forskningslitteraturen. På engelsk blir ordet beliefs brukt om oppfatninger. Som en konsekvens til vagheten rundt oppfatninger formulerer forskere egne definisjoner på hvordan begrepet skal nyttes. Likevel har begrepet fått en sentral rolle i matematikkundervisningsfeltet. Thompson (1992) trekker fram betydningen av læreres oppfatning av matematikkens natur og hvordan det vil påvirke måten lærere underviser matematikk for sine elever.

Jeg vil gi en oversikt over hvordan oppfatning kan forstås, og hvordan det brukes i denne studien. Ord som oppfatninger, holdninger, følelser, perspektiver, forestillinger og orienteringer er bare noen av de begrepene som brukes om hverandre i denne sammenhengen. Furinghetti og Pehkonen (2002), Philipp (2007) og Thompson (1992) har bidratt til å tydeliggjøre oppfatninger og bruken av det, opp mot matematikk og undervisning. Philipp (2007) beskriver forskjellene mellom følelser, holdninger og oppfatninger. Han bruker begrepene affektiv og kognitiv for å beskrive hvordan oppfatninger, holdninger og følelser skiller seg fra hverandre. Affektiv vil i denne sammenhengen bety følelsespreget. I følge Kjøll og Tranøy (2018) ses det kognitive ofte som motsatsen til det affektive, ettersom det baserer seg i større grad på fornuft og erfaringsbegrunnet erkjennelse. Oppfatninger vil være mer kognitivt forankret enn holdninger og følelser, som styres i større grad av det affektive. Kunnskap kan ligne på oppfatninger. Distinksjonen er at kunnskap i større grad er preget av det kognitive enn hva oppfatninger er (Philipp, 2007) og at det stilles høyere krav til evidens innenfor kunnskap (Thompson, 1992). Furinghetti og Pehkonen (2002) skiller mellom subjektiv og objektiv kunnskap. Oppfatninger kobles til subjektiv kunnskap, som består av erfaringer og egen forståelse. Ettersom erfaringer er individuelle, vil oppfatningene variere fra person til person. Objektiv kunnskap er kunnskap som bygger på logikk og er ikke avhengig av personlig fortolkning. Distinksjonen mellom oppfatninger og kunnskap kan variere. Det som tidligere ble sett på som kunnskap, blir kanskje i dag sett på som oppfatning. Det avhenger av ny forskning og teori på området. Schoenfeld (1998) beskriver også hvordan oppfatninger bidrar til å styre lærerens mål med sin undervisning.



Begrepet oppfatningssystem betegner hvordan et individs oppfatninger er organisert. Green, referert i Thompson (1992, s. 130), presenterte tre måter å anse oppfatninger på, som beskrev hvordan ulike oppfatninger kunne være relatert. Den første dimensjonen av oppfatningssystem anser oppfatninger til å prege hverandre. En oppfatning vil ikke oppstå i vakuum, men vil være koblet til hverandre som årsaker til konklusjoner. I hans andre dimensjon presenterer han oppfatninger som kan være enten sentrale eller perifere. De perifere oppfatningene er i større grad utsatt for forandring, enn de sentrale. Den tredje dimensjonen av oppfatninger ser på oppfatninger som uavhengig av hverandre. Oppfatningene samles i klynger og gjør det mulig for et individ å ha motsigende oppfatninger. Endringer i oppfatninger kan komme av flere årsaker. Guskey (1986) så på læreres oppfatninger og hva som skulle til for å endre de oppfatningene. Der undersøkte han hvordan oppfatningene til lærere ble endret gjennom videreutdanningstilbud som ble gjort av skolen. Endring av oppfatning ble sett på som en ønsket konsekvens av disse kursene. Lærere gjennomfører slike kurs enten fordi de må, eller som oftest fordi de selv ønsker å utvide sin kompetanse og utvikle seg som lærer. Motivasjonen for en oppfatningsendring hos lærere var hovedsakelig økt læringsutbytte for elevene. Selve endringen av oppfatningen rundt ønsket undervisningspraksis, oppstår når elevens læringsutbytte er påvist. Bandura (1977) peker på at tolkning av tidligere erfaring bidrar til å determinere hvordan man vil prestere i en ny oppgave. Dersom læreren oppfatter erfaringen som positiv, kan det bidra til å endre oppfatningene om selve verktøyet eller instruksjonsmetoden.

På samme måte som Bandura ser at positive opplevelser påvirker bruken av en ny undervisningsmetode eller instruksjonsmåte, kunne man forestille seg at det samme gjelder for IKT-bruk i dagens skole. Jeg ønsker å undersøke om oppfatninger og holdninger lærere har til digitale verktøy er koblet til erfaringer de har med verktøyet. IKT kan være et middel for å oppnå et mål, nemlig det å lære og forstå matematikk. Dermed kan også erfaringer med digitale verktøy bidra til å danne en oppfatning om praktisk nytte til matematisk formål.

### 2.2.2 Affordance

Ernest (1989) trekker frem betydningen av den sosiale konteksten for hvordan matematikkundervisning ser ut i praksis, særlig kontekstens begrensninger og muligheter. Dersom to lærere underviser på samme skole og har ulike oppfatninger om matematikk, læring og undervisning, kan undervisningspraksisen bli tilnærmet lik over tid på grunn av den sosiale konteksten. Begrensninger og muligheter til lærere vil dermed utgjøre en stor del av

hvordan undervisningen blir, men også hvordan oppfatningene om matematikk formes. Begrensninger og muligheter kan kobles til forskningsfeltet som dreier seg om affordances<sup>1</sup>. Ettersom begrepet er et slikt teknisk engelsk ord, vil det være vanskelig å oversette det til norsk. Noen av de begrepene som er blitt brukt er følgende: «samhandling eller handlingsmulighet mellom individ og miljø». Videre vil jeg fortsette å bruke ordet affordanse, for å unngå forvirring. Begrepet kan brukes i forbindelse med flere aspekter ved lærerprofesjonen. En kan se på hvilke muligheter som oppstår for eksempel ved en skole, et klasserom eller et verktøy. Begrensninger hører med ettersom det bidrar til å sette grenser for hvordan handling kan foregå. Studien vil sette fokus på hvilke oppfatninger ved IKT som kommer til syne, og hva som påvirker de oppfatningene.

### Affordanse i historien

Gibson (1979) var den første som beskrev affordanse i 1966. Han forklarte det på følgende måte:

The affordances of the environment are what it offers the animal, what it provides or furnishes, either for good or ill. The verb to afford is found in the dictionary, the noun affordance is not. I have made it up. I mean by it something that refers to both the environment and the animal in a way that no existing term does. It implies the complementarity of the animal and the environment (Gibson, 1979, s. 119).

Han mente at dyr oppfattet affordanser i møte med objekter, hendelser, steder og mennesker. Begrepet affordanse representerer altså alle de handlingene som er mulige å foreta med en gjenstand innenfor et gitt miljø. Affordanse er også aktuelt innenfor design og Human Computer Interaction (HCI), som er et eget forskningsfelt som fokuserer på interaksjonen mellom menneske (bruker) og PC (teknologi generelt). Aktualiteten innenfor IKT gjør begrepet spesielt relevant til denne studien. Det er mulig å se på affordanser ved dataprogram, men også ved de betingelsene som fører til bruken av programmene. Flere distinksjoner vil være nødvendig for å gi et klart bilde av hva affordanse kan bety. Uavhengig av brukeren av et objekt så vil objektet i et gitt miljø tilby de samme mulighetene for handling. Samtidig vil ikke alle handlingene som kan foretas med en gjenstand komme brukeren til nytte. Norman (1988) vektlegger betydningen av perceived affordance (Oppfattede affordanser) og hvordan et objekt oppfattes av brukeren. Fram til objektet er oppfattet av brukeren har den ingen nytte for brukeren. Innenfor design vil designeren være opptatt av hva brukeren oppfatter, ikke hva som kan oppfattes (Norman, 1999). Som Brown, Stillman og Herbert (2004) nevner så må

---

<sup>1</sup> [eng. affordances]. «hvordan et produkt eller miljø innbyr til bestemte (intuitive) handlinger» (ordnett.no)

handling bli oppfattet som mulig, dermed vil oppfatningen av en affordanse motivere til å gjøre en handling.

### 2.2.3 Integrering av digital teknologi og kognitiv påvirkning

Replace, Amplify and Transform modellen (RAT) ble introdusert av Hughes et al. (2006) til å beskrive nivåer av teknologiintegrasjon i undervisning. Det er flere modeller som beskriver nivå av teknologiintegrasjon, som for eksempel SAMR-hierarkiet (Substitution, Augmentation, Modification og Redefinition). Der vil graden av teknologiintegrasjon bli assosiert med en spesifikk oppgave (Bray & Tangney, 2017). Etter hvert som IKT har gjort et større inntog i undervisningen kan man se ulike grader av implementering. I RAT-modellen beskrives dette av Hughes et al. (2006) ved bruk av tre nivåer: erstatte, forsterke og transformere. *Erstatning* vil kun innebære at den redskapen som tidligere ble brukt, har blitt erstattet med et digitalt verktøy. Måten innholdet presenteres endres ikke mye, men mediet er nytt. Et eksempel på dette er SMART Board når det benyttes som en vanlig tavle. Eller at det som før ble presentert muntlig, eller ved overhead, blir nå presentert med hjelp av projektor. Det neste nivået omtales som *forsterke*. Bruken av teknologiske verktøy på dette stadiet bidrar til effektiviteten og punktligheten av læringsprosessen. Rutiner i klasserommet endres ikke i stor grad. Bruk av kalkulator eller PC kan forsterke eller effektivisere utregninger som analoge teknologier ikke tillater. Det siste nivået, transformere, innebærer forandringer i lærings- og undervisningsrutiner. Mediet brukes til å uttrykke begreper på ulike måter og beskrive sammenhenger mellom begreper. Et dynamisk geometriprogram kan være et eksempel på hvordan sammenhenger kan illustreres. I likhet med forsterking vil produktiviteten økes, men målene kan forandres. RAT-modellen beskriver hovedsakelig grad av IKT-integrering i en undervisningspraksis. Samtidig bygger ideene på Pea (1987) sine teorier om forsterking og reorganisering, med vekt på elevs læring og distribuert intelligens. Videre vil Pea sin teori om forsterking og reorganisering av det kognitive bli belyst.

Pea (1993) trekker linjer til sammenhengen mellom digitale verktøy og utdanningspraksis. Han beskriver intelligens som noe som skapes i samhandling med objekter, mennesker og samfunnet rundt oss. Kognitive teknologier definerer han på følgende vis: «A cognitive technology is any medium that helps transcend the limitations of the mind in thinking, learning, and problem-solving activities» (Pea, 1987, s. 91). Pea (1987) beskriver intellekt som et samarbeid mellom mentale strukturer og redskaper. Disse redskapene omtaler han som kognitive teknologier. I lærerpraksisen vil det stadig introduseres endringer som har en tiltenkt funksjon opp mot elevenes forståelse og læring. Da tavlen ble introdusert, var det et

framskritt som endret undervisningen og brakte med seg muligheter som å visualisere emner for flere elever samtidig. Samtidig hadde tavlen sine begrensninger ettersom arbeidet måtte viskes vekk for å begynne på en ny utregning. Verktøy tillater en å omgjøre en indre tanke og resonnering til et ytre medium. Slik som penn og papir gjorde det mulig å skrive ned symbolene og utregningene, så bidro det til å endre undervisningen, og den matematiske tankegangen. På samme måte medbringer IKT nye funksjoner og verktøy som bidrar til å endre undervisningen, den matematiske tankegangen og skolepraksisen generelt. Dermed er det interessant å se hvordan praksisen endres fra en teknologi til en annen. Forsterke kan bety å intensivere et signal, uten å endre dens struktur. Amplify eller forsterke, vil i denne konteksten vise til hvordan mentale prosesser kan forsterkes ved bruk av redskaper. Redskapet i seg selv vil ikke endre de mentale strukturere, men de tillater en reorganisering av de mentale strukturene som kan føre til et forsterket utfall (Pea, 1987).

Pea (1987) skiller mellom prosessfunksjoner og hensiktsfunksjoner for å beskrive hvordan lærere kan initiere matematisk tankegang blant elever. Tanken bak hensiktsfunksjoner er at elevene aktivt skal ta del i matematikken og ta eierskap til det som er lært. Pea poengterer betydningen av at eleven anser seg selv som en matematisk tenker og ikke bare konsument av andres matematikk. Ordet agens brukes også, som en referanse til å være deltagende og skapende i situasjoner som kan føre til læring. Han trekker frem flere punkter som skal bidra til at elevene oppnår matematisk agens. Blant annet er eierskap, selvvverd og kunnskap for handling viktig for å få elever til å tenke matematisk. Etter at elevene har tatt større eierskap over matematikken kan en begynne å se på prosessfunksjoner. Disse funksjonene støtter komponenten om mental aktivitet av matematisk tenkning. Pea (1987) trekker blant annet frem tre verktøy som skal bidra til å utvikle den matematiske tankegangen. Disse er Conceptual fluency tools, Mathematical exploration tools og Representational tools. Verktøyene er spesifikt utviklet ved bruk av kognitive teknologier.

Conceptual fluency tools, er et uttrykk som beskriver hvordan en matematisk flyt kan oppnås ved bruk av teknologi. Mye tid benyttes på rutinemessige oppgaver eller utregninger som tar tid fra problemløsende virksomhet. Dersom man kan benytte kalkulator eller andre programmer vil det frigjøre tid til å løse kjernen av problemet. En kritikk som oppstår her, vil være at elevene ikke lærer de elementære utregningene. De må dermed ha verktøy tilgjengelig for å løse et problem. Samtidig trekker Pea (1987) frem betydningen av en indre motivasjon som kan oppstå ved å la elevene bruke verktøyet tidlig. Dersom de opplever at de har manglende kunnskap til å løse en enkel algoritme, så vil det i seg selv motivere elevene til å

lære seg hvordan man gjør det. Motsatsen til dette vil være å la elevene drille og pugge før de får muligheten til å prøve seg på problemløsning.

Mathematical Exploration tools, kan omfatte flere ulike type digitale verktøy. Da Pea (1987) skrev denne artikkelen var LOGO og andre lignende programmer aktuelle. I dag (2020) har vi også programmeringsverktøy som Scratch, Python og en rekke andre. Geometriprogrammer trekkes også frem av Pea som verktøy for utforskende virksomhet. Med dynamiske geometriprogram kan elever gjøre antagelser om egenskaper med ulike geometriske figurer. Med for eksempel GeoGebra kan elever fritt utforske og eksperimentere ulike aspekter ved geometri, som ellers hadde vært mer utfordrende og tidkrevende med konkrete/fysiske verktøy som penn, papir, linjal og passer.

Representational tools, er også en mulighet som digitale verktøy kan tilby. Pea (1987) uttrykker at målet med de digitale teknologiene innebærer å få elevene til å forstå sammenhenger, ved å se hvordan ulike representasjoner henger sammen og hvordan de påvirker hverandre. Der kan digitale verktøy by på mange representasjoner. Visse forhold kan bli tydelige når de blir brukt i ulike kontekster. Et eksempel er bruken av glidere i GeoGebra som viser hvordan en graf påvirkes dersom visse parameter endres. I tillegg kan bruken av aritmetikk og endringer i uttrykk representeres direkte i en graf som illustrerer matematiske uttrykk visuelt.

#### 2.2.4 Webbing og Situert abstraksjon

I de forrige delkapitlene har jeg beskrevet hvordan oppfatning og affordanse kan belyse aspekter av lærerens oppfatning av IKT i matematikkundervisningen. Begrepene er ment å støtte besvarelsen av problemstillingen, men mer teori på samspillet mellom PC og matematikk ser jeg som nødvendig. Begrepet Scaffolding (Stillasbygging) ble introdusert av Wood, Bruner og Ross (1976) og handler om lærerens støttende hjelp til eleven som gradvis avtar når eleven blir mer selvstendig. Støtten skal hjelpe elevene videre i sin proksimale utviklingszone. Noss og Hoyles (1996) så på begrepet, men oppdaget utfordringer ved å overføre det til matematikk og PC-bruk. PC og digital teknologi kan fungere som en medierende hjelper, men vil ikke kunne erstatte læreren. Flere problematiske faktorer inngikk i scaffolding til PC-bruk. Målet ved å benytte PC for å støtte elevenes læring, var ikke at hjelpen skulle avta. Tvert imot skulle PC bidra til å støtte elevene til å abstrahere konsepter ved hjelp av det digitale verktøyet. I tillegg benytter stillasbygging seg av støttende strukturer rundt eleven, som klasse, bøker og pensum. Noss og Hoyles var mer opptatt av hvordan

eleven strukturerte sin egen læring, vel så mye som hvordan strukturen av settingen støtter læringen. Stillasbygging var en metafor for støttende strukturer rundt en bygning. Noss og Hoyles så etter en mer moderne term som kunne passe deres teori. Metaforen de kom frem til var en henvisning til www (World Wide Web). I industrien referer Webbing til vevd materiale som består av et nettverk av naturlige eller kunstige fibre. Web eller nettverk brukes for å beskrive koblinger og strukturer som er tilgjengelige for de som skal lære. Koblingene er fanget i intellektuelle strukturer, som er individuelle og som bli konstruert av elever, ikke bare gjennom scaffolding av en lærer, men også av dem selv ved bruk av digitale verktøy (Trouche & Drijvers, 2014). Det skal være en støtte for elevene i deres søken etter mening i matematikk. De ser på læring som konstruksjonen av et nettverk av koblinger av matematiske ideer. Webbing anses som et nett med sammenhenger av matematiske ideer. Webbing prøver å formidle eksistensen av tilkoblinger innebygd i strukturen i ethvert miljø.

Forestillingen om Webbing kan anses som en grunnleggende del av konstruksjonen av matematisk mening, og et skritt mot situert abstraksjon. Noss og Hoyles forestilling om Webbing skulle ses på som en grunnleggende del for å konstruere matematisk mening. De var opptatt av hva elevene skulle få ut av slike aktiviteter som involverte webbing. Dermed ble abstraksjon aktuelt som en følge av matematisk virksomhet med bruk av digitale verktøy. Noss og Hoyles beskriver abstraksjon på følgende måte: «Abstracting can be seen as a way of layering meanings on each other, connecting between ways of knowing and seeing, rather than as a way of replacing one kind of meaning with another» (Noss & Hoyles, 1996, s. 122). Noss og Hoyles argumenterer for at abstraksjon er spesielt gunstig i miljø der en bruker digitale verktøy. I slike miljø vil meninger bli bevart og en kan utvide den konstruktive prosessen. Etter hvert som eleven lærer å utnytte egenskapene til nye verktøy, vil det bli mulig å oppdage nye sammenhenger.

We intend by the term situated abstraction to describe how learners construct mathematical ideas by drawing on the webbing of a particular setting, which, in turn, shapes the way the ideas are expressed (Noss & Hoyles, 1996, s. 122).

Situert abstraksjon handler om hvordan abstraksjoner oppstår i spesifikke miljøer (Noss & Hoyles, 1996).

### 2.2.5 Flerspråklighet

Flerspråklighet har blitt introdusert i denne studien som et aspekt av lærerens oppfatning knyttet til matematikk og IKT. Flerspråklighet defineres i denne settingen som sosial beherskelse av to eller flere språk. For å se på flerspråklighet vil oppfatninger knyttet til det

kognitive, læringen, kunnskapen og bakgrunnen bli inkludert. Flerspråklighet kan ses på som grad av beherskelse av skolespråk og morsmål. I disse to språkene kan man se på språkbeherskelse i tilstrekkelig grad for sosial aktivitet i den ene enden, og språk som kreves for deltagelse i undervisning i den andre. Jeg vil begynne med å gi en kort historisk innføring i flerspråklighet. Deretter vil jeg presentere kognitive aspekter ved flerspråklighet og læring. Et teoretisk rammeverk vil også bli introdusert for å belyse flere synsvinkler ved læring, forståelse og argumentasjon blant flerspråklige elever.

Oppfatninger rettet mot flerspråklige elever har til tider vært i endring. Ifølge Engen og Kulbrandstad (2004) rådet det et pessimistisk syn over flerspråklige elever og deres evne til å lære fram til 1960-tallet. Forskning viste at elever med flerspråklig bakgrunn klarte seg dårligere enn enspråklige på datidens intelligenstester. I ettertid har disse testene blitt kritisert for en svak eller mangelfull metode. Peal og Lampert begynte på 1960-tallet å se på kognitive fordeler som kunne komme av å være flerspråklig. Forskningen viste at flerspråklige elever hadde større mental fleksibilitet, mindre avhengighet av ord, bedre evne til abstrakt tenkning og de var spesielt gode når det kom til begrepsdannelse (Engen & Kulbrandstad, 2004). Forskningen bidro til å kaste lys over flere aspekter og komponenter ved kognitiv intelligens. Som et resultat av dette, oppstod det en trend som var mer optimistisk enn tidligere (s. 162). For å se på læreres oppfatninger av matematikkundervisning for flerspråklige elever, vil det være relevant å se på forskningen som peker på sammenhengen mellom læring og flerspråklighet. På hvilke områder har flerspråklige elever fordeler eller ulemper? Hvordan kan lærerens oppfatning av slike elever prege hvordan de lærer? Eller hvordan kan oppfatningen av IKT prege måten de lærer?

Flerspråklige elevers skoleprestasjoner har blitt forsket en del på i løpet av de siste tiårene. Engen og Kulbrandstad (2004) beskriver et tradisjonelt syn som betegnes som «The Separate Underlying Proficiency» som tar utgangspunkt i et begrenset syn på flerspråkliges evne til å lære, hvor tilegnelsen av nye språk går på bekostning av gamle språk. Cummins introduserte motsatsen til denne teorien, nemlig «Common underlying Proficiency» som så på hjernen som en slags prosessor som språkene utgikk fra. Et billedlig eksempel er beskrevet, der språkene ses på som isfjell som syntes over vannflaten. Under vannet er fjellene koblet sammen. Dermed utspiller begge språkene seg fra samme kilde. Beherskelsen av språkene er ifølge Baker (referert i Engen & Kulbrandstad, 2004, s. 169) imidlertid viktig for hvordan individet tilegner seg kunnskap. Dersom beherskelsen av ett eller flere språk ikke er adekvat i ung alder, kan det virke negativt på skoleprestasjoner og kognitiv funksjon. Individet bør ha

tilstrekkelige ferdigheter i det språket som nyttes i undervisning, for å imøtekomme de kognitive utfordringene som undervisningen stiller. Cummins hadde en hypotese om at tilegnelsen av flere språk i ung alder kunne prege den kognitive utviklingen på andre områder (Moschkovich, 2006).

### IKT sin rolle for flerspråklige elever

Tidligere har jeg presentert de aktuelle bruksområdene IKT har for matematikkundervisning i dag, blant annet forskning på effekten av IKT for flerspråklige elever. Noe forskning har blitt gjort på området, men utvalget er begrenset. Likevel er det en mulighet som er fremtredende ved IKT-bruk for flerspråklige elever i matematikkundervisningen. En affordanse ved IKT for flerspråklige elever som skiller seg ut er muligheten til *lokalisering* (Libbrecht & Goosen, 2016). Begrepet blir i denne konteksten brukt til å beskrive hvordan ulike programmer på PC kan oversettes og gjøres tilgjengelige for elever med begrensede språkferdighet i majoritetsspråket. Marcus referert i Libbrecht og Goosen (2016, s. 221) beskriver noen utfordringer knyttet til lokalisering. Ved å skifte språk i ulike dataprogram er det visse områder man bør ta hensyn til. Som for eksempel kulturelle forskjeller, betydningen av ulike ord i oversettelsen og varierende symbolbruk. Dette gjelder spesielt når elevene skal bruke søkemotorer for å søke opp matematiske begrep på sitt morsmål. Det er hensiktsmessig å være klar over eventuelle misforståelser som kan oppstå.

### 2.2.6 Resonnering

Flerspråklighet og argumentasjon har til felles at språket er viktig for den matematiske forståelsen. Den sosiokulturelle teorien fremhever betydningen av læring i fellesskap (Imsen, 2014). Den konstruktivistiske teorien viser til signifikansen av at elever er med og skaper sin egen forståelse (Imsen, 2014). Argumentasjonsbegrepet brukes for å beskrive hvordan elever forklarer og resonnerer sin matematiske tankegang. I denne studien vil ikke direkteutdrag fra elevs argumentasjon inkluderes, men læreres oppfatninger og erfaring av argumentasjon. Resnick, Salmon, Zeitz, Wathen og Holowchak (1993) vektlegger at resonnering innen diskursen har et sterkt forhold til situasjonen det oppstår i. Med andre ord kan medier som tilbyr representasjoner av objekt, figurer, diagram og manipulasjon av disse, påvirke diskursen. Læreres oppfatning av hvordan resonnering preger elevenes læring er aktuelt for utdypende forskning. I den nye læreplanen er argumentasjon og resonnering et eget punkt i kjerneelementene. Argumentasjon i faget er ikke noe helt nytt for denne læreplanen, men jeg tolker den eksplisitte bruken av det i kjerneelementene til å bety et større fokus på



argumentasjon fremover. Argumentasjon og matematikk har blitt forsket en del på. Krummheuer (1995) bygde videre på Toulmin sin modell for å se på matematisk argumentasjon. IKT for argumentasjon er derimot noe mindre utforsket.

### **2.3 Teoretisk rammeverk**

Studiens analyse og diskusjon vil bli gjort ut ifra teorier og begreper som er nevnt i foregående delkapittel. I dette delkapitlet vil jeg beskrive hvordan begrepene vil bli brukt og hvordan en sosialkonstruktivistisk tilnærming skaper rammen for analysen. For å tydeliggjøre min bruk av begrepene og teoriene nevnt i forrige delkapittel, vil jeg sammenfatte og operasjonalisere begrepene i denne delen.

2.3.1 Oppfatninger om matematikk og IKT Beswick (2012) presenterer en samling av matematikkoppfatninger, først presentert av Ernest (1989) og Van Zoest, Jones og Thornton (1994). Hun deler oppfatningene i: oppfatninger om matematikkens natur, oppfatninger om undervisning i matematikk og oppfatninger om læring av matematikk. En oppfatning av matematikk som et redskap (en samling instrumenter) innebærer passiv læring med fokus på hukommelse og prestasjon. Ernest (1989) kategoriserer synene hierarkisk, der instrumentalisme er på det laveste nivået. Det innebærer kunnskap av matematiske fakta, regler og metoder som separate enheter. En platonsk oppfatning ser matematikken som en samling av eksisterende kunnskap, som blir oppdaget, ikke skapt. En oppfatning om matematikk som problemløsning vil bære preg av en konstruktivistisk tilnærming, ettersom det fokuseres mer på elevdeltagelse og selvstendig utforskning. Dette sammenfattes i figur 1. Oppfatningene som befinner seg på samme rad er ansett som teoretisk konsistente med hverandre. Ernest (1989) påpeker at de filosofiske begrepene han beskriver, ikke behøver å være bevisste fra lærerens side. Selv om disse synsvinklene er grunnlaget for filosofien i matematikk, er det ikke sikkert at lærerne har reflektert over sin egen oppfatning.

Beliefs about the nature of mathematics (Ernest, 1989)	Beliefs about mathematics teaching (Van Zoest et al. 1994)	Beliefs about mathematics learning (Ernest, 1989)
Instrumentalist	Content focussed with an emphasis on performance	Skill mastery, passive reception of knowledge
Platonist	Content focussed with an emphasis on understanding	Active construction of understanding
Problem solving	Learner focussed	Autonomous exploration of own interests

Figur 1. Categories of teacher beliefs. Fra «Teachers' beliefs about school mathematics and mathematicians' mathematics and their relationship to practice» av K. Beswick, 2012, *Educational Studies in Mathematics*, 79, s. 131.


Van Zoest et al. (1994) forsket på lærerstudenters oppfatninger om matematikkundervisning. Studien forsket på oppfatningene som ble uttrykt av lærerstudentene. Basert på Kuhs og Ball (referert i Van Zoest et al., 1994) sine kategorier utviklet de et rammeverk for å klassifisere læreres oppfatninger om undervisning. Rammeverket illustrer praksis som bærer preg av et tradisjonelt undervisningssyn i ene enden og et sosialkonstruktivistisk syn i andre enden. Kategoriene er som følger: Læringsfokuset med betoning på sosiale interaksjoner, Innholdsfokusert der konseptuell/begrepsmessig forståelse blir vektlagt og Innholdsfokusert

med betoning på prestasjon. Sammen med Ernest (1989) sine kategorier gir oversikten mulighet til å vurdere oppfatninger mot hverandre.

### Affordanse i matematikk

I utdanningssammenheng vil man kunne se på educational affordances som Kirschner, Strijbos, Kreijns og Beers (2004) definerer som «characteristics of an artifact that determine if and how a particular learning behavior could possibly be enacted within a given context» (s. 51). I denne sammenhengen ser jeg begrepet rettet mot IKT i matematikkundervisningen. De digitale verktøy som blir brukt i skolen vil ha en tiltenkt nytte. Likevel vil lærerens oppfatning om hvordan de skal brukes i en skolesetting føre til praktiske implikasjoner. Skolesettingen vil i dette tilfelle være det miljøet som læreren opptrer i. Relasjonen mellom verktøyet som nyttes og lærerens oppfatning av hvordan det kan nyttes, spiller her en stor rolle. Dermed vil jeg koble Beswick sine kategorier til hvordan IKT sine oppfattede affordanser kommer til syne. Læreren vil med andre ord være avgjørende for implementeringen av IKT og hvordan det anvendes i klasserommet (Brown et al., 2004; Sacristán et al., 2010). Dermed vil lærerens oppfatning av matematikk generelt og IKT, kunne knyttes til hvilke affordanser som oppfattes ved IKT i matematikkundervisningen. En utfordring ved IKT og affordanse er at de kan oppfattes ulikt av lærere og elever. Wijekumar, Meyer, Wagoner og Ferguson (2006) fant at affordanser fremstår ulikt for ulike aktører. PC ble brukt i undervisningen og lærerne så en affordanse i det at elevene kunne lære seg stoffet på nye måter. Samtidig så elevene på PCene som mulighet for spill og moro. Utfordringen var å endre dette synet.

Bower (2008) skiller mellom produktive og statiske affordanser. Han benytter seg av disse kategoriene for å vurdere hvorvidt kravet til affordansen støtter læringen i en oppgave. Jeg er opptatt av hvordan læreren oppfatter affordansekravet til verktøyet han eller hun skal bruke for å oppnå ønskelig læringsutfall. De statiske affordansene tilbyr faste representasjoner der informasjon ikke kan redigeres. De produktive affordansene gjør fleksible representasjoner mulig, som kan redigeres og deles (Bower, 2008). I figuren under kategoriseres muligheter som «ability» under statiske og produktive affordanser. Noen av de mulighetene som trekkes fram her vil også være aktuelle for hvilke muligheter for læring og undervisning som oppfattes i denne studien.



	Static/instructive		Collaborative/productive
Media affordances:	read-ability view-ability listen-ability watch-ability		write-ability draw-ability speak-ability video-produce-ability
Spatial affordances:		resize-ability move-ability	
Temporal affordances:	playback-ability	accessibility	record-ability synchronous-ability
Navigational affordances:	browse-ability search-ability	data-manipulation-ability	link-ability
Emphasis affordances:	highlight-ability		focus-ability
Synthesis affordances:		combine-ability integrate-ability	
Access-control affordances:			permission-ability share-ability

Figur 2. Functional affordances, categorised by type and degree of interaction. Fra "Affordance analysis – matching learning tasks with learning technologies," av M. Bower, 2008, *Educational Media International*, 45, s. 7.

For å se på IKT som et middel for å nå et mål er det særlig noen begreper som gjør seg gjeldende. *Begrensninger* beskrives av Kennewell på følgende måte: «the constraints are the conditions and relationships amongst attributes which provide structure and guidance for the course of actions» (Kennewell, 2001, s. 106). Begrensninger kan være nyttig for å støtte læring, ettersom det reduserer den kognitive kompleksiteten i en gitt oppgave (Hammond, 2010). Affordanser og begrensninger er ikke motsetninger, men heller komplementære aspekter ved mulige handlinger og strukturelle rammer for læring og undervisning. Læring kan innebære en forandring i et individs evne. En evne vil kunne beskrives som potensiale for handling i en setting der kunnskap, ferdighet eller forståelse brukes (Kennewell, 2001). Evne spiller også en betydelig rolle når det gjelder affordanser. En gjenstand vil kun være nyttig for et individ dersom de tiltenkte handlingene er gjennomførbare for individet. En trapp gir mulighet til å gå oppover for personer som kan gå og bruke sine ben. Den samme trappen vil ikke nødvendigvis gi et spebarn eller en rullestolbruker den samme nytten. Muligheten for å gå oppover består (affordanse), men ut ifra fysiske evner som er tilgjengelig vil ikke trappen gi rullestolbrukeren de samme mulighetene. Dermed kan affordanse, begrensning og evne være sentrale for hvordan teknologi i klasserommet nyttes. Lærerens erfaring med verktøyet, holdningene til IKT og personlig interesse kan være faktorer som påvirker lærerens oppfatning. Det vil og gi et bilde på hvilke affordanser som læreren ser i teknologien.

Oppfatninger er som sagt grunnlaget for problemstillingen i denne studien. Sammen med oppfattet affordanse til IKT bidrar oppfatninger og affordanser til å belyse eventuelle

oppfatninger som kommer til syne. Sammen med Beswick sine kategorier har jeg lagt til elementer fra IKT-integrasjon til matematikk (Hughes et al., 2006). Kategoriene for IKT samsvarer ikke nødvendigvis med de tilhørende kategoriene om matematikk. Figuren er utgangspunktet for hvordan oppfatninger om IKT og matematikk flettes sammen.

Oppfatninger om matematikkens natur	Oppfatninger om undervisning av matematikk	Oppfatning om læring av matematikk	Oppfatning om IKT for matematikk (RAT)
Instrumental	Innholdsfokusert med betoning på prestasjon	Ferdighet, passiv mottager av kunnskap	(Erstatning)
Platonisk	Innholdsfokusert med betoning på forståelse	Aktiv konstruksjon av forståelse	(Forsterkning)
Problemløsning	Elevfokusert	Autonom utforskning av egne interesser	(Transformerings)

Figur 3. Beswick (2012) kategorier kombinert med Hughes et al. (2006) RAT modell

Figuren kan gi innsikt i hvordan lærere oppfatter IKT i sin matematikkundervisning. Min hypotese er at det grunnleggende matematikksynet også vil prege hvordan IKT blir sett på til matematikkfaglige formål. Affordanser og oppfatninger står dermed sentralt i søken om å få dypere innsikt i læreres oppfatninger. Affordanser kan fremkomme både ved hvilke muligheter som det digitale tilbyr elevene og undervisningen, samtidig vil det være affordanser ved lærerens skolemiljø som kan påvirke hvordan oppfatningene vil fremstå.

Teknologiintegrasjon kan gi en indikasjon på hvordan IKT benyttes i klasserommet. Ut ifra hvilke beskrivelser lærerne gir om IKT-bruk, vil utsagnene trekkes opp mot figuren om oppfatninger om matematikk og IKT. Oppfatninger rundt læring av matematikk vil kunne kobles til Pea (1987) sine ideer om hvordan digitale teknologier som forsterking eller reorganisering av det kognitive. Oppfatninger om IKT for resonnering og flerspråklige elever vil også inkluderes for å se hvilke muligheter og utfordringer lærerne ser.

### 2.3.2 Konstruktivisme og sosial konstruktivisme

En overordnet læringsteori som peker seg ut i min studie er det konstruktivistiske perspektiv. IKT kan bli ansett som et middel for å nå et mål. Bruken av IKT i seg selv vil ikke nødvendigvis føre til læring av matematikk, men når forholdene ligger til rette, er muligheten til stede. Oppfatninger kan være sosialt konstruert ettersom de baserer seg på de erfaringene

man tilegner seg gjennom levd virkelighet (Imsen, 2014). Ved å undersøke de oppfatningene til IKT, vil det være et «vindu» til de erfaringene.

Konstruktivisme er egen retning innenfor læringsteorier som ser på hva kunnskap er. Det er også psykologisk teori som ser på hvordan kunnskap blir til. Imsen (2014) beskriver den konstruktivistiske retningen der kunnskap ses på som et menneskelig produkt hvor læringen skapes av individet selv. Motsetningen til et konstruktivistisk syn er positivismen som ser på kunnskap som en objektiv sannhet, som er mulig å avdekke. Kognitiv og sosial konstruktivisme er to retninger som ser på hvordan læring foregår. Den kognitive konstruktivismen kjennetegnes ved at barnet konstruerer sin kunnskap ut ifra miljøet og de mulighetene som tilbys. Den sosiale konstruktivismen ser på kunnskap som noe man blir enig om. Gjennom diskurser og sosial samhandling blir kunnskap «godkjent» i fellesskap. I klasserommet kan «problemet drive læringen, istedenfor å fremstå som et eksempel av begreper og prinsipper som er tidligere lært» (Jonassen, referert i Bray & Tangney, 2017, s. 260). Undervisning som er elevsentrert, assosieres ofte med konstruktivistiske eller sosialkonstruktivistiske teorier.

### 2.3.3 Oppsummering

Det teoretiske rammeverket for studien har matematikkoppfatninger som grunnlag for videre utforskning av IKT sin rolle i undervisning. Ved å se på oppfatninger står affordanser som aktuelt begrep for å kategorisere oppfatningene som kommer til syne gjennom gjenfortalte erfaringer, opplevelser og betraktninger. Teknologiintegrasjon, og potensiale digital teknologi har for læring, vil bidra til å belyse oppfatninger i en teoretisk linse som støtter synet på læring av matematiske konsepter, sammenhenger og begreper.

## 3 Metode

I denne delen skal jeg presentere metoden som er brukt i prosjektet. Først vil jeg redegjøre for det vitenskapsteoretiske og metodiske utgangspunktet for denne studien. Videre vil jeg greie ut om forarbeidet, den praktiske gjennomføringen og trekke frem eventuelle svakheter med framgangsmåten. Begrunnelser for utvalg og metode vil også bli presentert. Til slutt vil jeg vise hvordan jeg har forholdt meg til studiens reliabilitet og validitet, og enkelte etiske hensyn vil bli løftet fram.

### 3.1 Kvalitativ og kvantitativ forskningsmetode

Denne studien er basert på spørreskjemaer og dybdeintervjuer av fem lærere. Som redegjort for i kap. 1 handler hovedspørsmålet i denne studien om hvilke oppfatninger lærere har av IKT i matematikkundervisningen. For å få innsikt i andres holdninger, meninger og oppfatninger kan det være hensiktsmessig med et dybdeintervju. For å trekke fram flere nyanser ved informantenes oppfatninger kan både intervju og spørreskjema benyttes. Derfor har jeg valgt å kombinere ulike forskningsmetoder for å kunne gi et grundig og dekkende svar. Min undersøkelse er hovedsakelig kvalitativ ettersom utvalget består av få informanter og dataene gir en dypere innsikt i informantenes virkelighetsforståelse. Samtidig er det et kvantitativt element i undersøkelsen ettersom at en spørreundersøkelse også er blitt benyttet. Svarene fra informantene er kvantifiserbare, og intervjuet tillater videre utdypning. Hvis man vil «forstå sider ved intervjupersonens dagligliv, fra hans eller hennes eget perspektiv» (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 41) vil en kvalitativ metode være fordelaktig. Kvalitativ metode gir grunnlag for fordykning i de sosiale fenomen vi studerer (Thagaard, 2009). Derfor gjør de kvalitative intervjuene meg i stand til å tolke respondentenes svar i spørreundersøkelsen. I denne studien er både intervju og spørreskjema inkludert. Når en bruker flere metoder vil det til sammen gi en mer omfattende belysning av problemstillingen enn metodene kan gjøre enkeltvis (Johnson & Onwuegbuzie, 2004) .

På bakgrunn av problemstillingen min anså jeg kvalitative intervju som en passende metode. Fenomenologien fremtrer som en aktuell filosofi innen kvalitative forskningsintervju. Innenfor fenomenologien ønsker man å «forstå sosiale fenomener ut fra aktørenes egne perspektiver og beskrive verden slik den oppfattes av informantene» (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 45).

Det tematiske i intervjuet er spesifikt rettet mot intervjuets *hva*. Formålet med spørsmålene kan være alt fra å innhente spontane beskrivelser av informantens livsverden til å få en begrepsanalyse av læreren sin oppfatning av et tema (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 163).

### 3.1.1 Det kvalitative forskningsintervju

I følge Thagaard (2009) vil formålet med et intervju være å få informasjon og rike beskrivelser om hvordan mennesker opplever sin livssituasjon, hvilke synspunkt og perspektiver de har på temaer som blir tatt opp under et intervju. I dette arbeid har jeg sammen med en medstudent samlet inn datamateriale. Begge ønsket å se på læreres oppfatninger knyttet til IKT i matematikkundervisningen. Ettersom vi er ute etter lærerens oppfatning relatert til IKT, virket det hensiktsmessig å ha en semistrukturert oppbygning (Thagaard, 2009). Det gjorde at vi kunne tillate visse digresjoner, samtidig som at vi holdt oss til emnene som var relevante for forskningen. Kvale og Brinkmann (2015) omtaler forskningsintervju som et håndverk. Det er en ferdighet som må trenes opp. Ved kunnskap om forskningstemaet, sosiale relasjoner og bevissthet om etiske aspekter ved forskningsintervjuet, kan det bli mulig å ha en samtale som gir gyldige og pålitelige data. Ved å være to som samarbeider om datainnsamlingen følger det flere fordeler. I arbeidet med å lage og planlegge intervju, fikk vi diskutert spørsmål og hensiktsmessige metoder for innsamlingen. Under intervjuet hadde vi også tildelte roller for å sikre pålitelige og gyldige beskrivelser.

Intervjuguiden er delt inn i fem kategorier. Den første kategorien var rettet mot det generelle rundt matematikk. Spørsmålene var til for at lærerne skulle belyse deler av sin generelle matematikkoppfatning og undervisning. Den andre kategorien var mer spesifikt rettet mot IKT. Spørsmålene var ment for å gi innsikt i erfaringer med digitale verktøy i undervisningen. Den tredje kategorien rettet seg mot læreplanen. Vi var interessert i betraktninger rundt et økende IKT-krav i fagfornyelsen. I den fjerde kategorien var argumentasjon i fokus. Der ble spørsmål stilt om hvilke potensiale lærerne trodde IKT hadde for argumentasjon. I den siste kategorien stilte vi spørsmål om IKT for flerspråklige elever i matematikksammenheng. I utgangspunktet skulle kategoriene fungere som egne kategorier i kodingsarbeidet. Etter gjennomført intervju ble det gjort endringer i tematiseringen av kodingsarbeidet og dermed ble noen av kategoriene endret.

Studiens teoretiske grunnlag er gjort på bakgrunn av forskningsspørsmålet. Jeg har gjort rede for oppfatninger, ettersom at det er en sentral del av forskningsspørsmålet. Betydningen av oppfatninger er preget av mye diskusjon og usikkerhet, og dermed har jeg definert begrepet



slik det vil bli brukt i denne undersøkelsen. Matematikksynet fremstår som en del av fundamentet for hvordan undervisningen praktiseres. Når en skal forske på oppfatninger, vil det være av interesse å se hvorvidt informantenes refleksjoner bærer preg av konsistens eller motsigelser. Enten kan motsetningene oppstå ved hva informanten sier, og hvordan praksisen ser ut. Samtidig kan det også oppstå motsetninger i selve oppfatningene. For å gjenkjenne oppfatningene om de digitale verktøy lærere bruker i matematikkundervisningen, har jeg valgt å spisse meg inn mot *affordanse*. For å få innsikt i hvilke muligheter lærerne oppfattet at de hadde i sitt miljø, var det av interesse å stille spørsmål om hvordan IKT ble brukt og hvilke faktorer som kunne påvirke lærerens oppfatning av digitale verktøy.

Spørsmålene som ble med i den endelige intervjuguiden bar preg av Kvale og Brinkmanns (2015) retningslinjer for «gode» intervju spørsmål. Det ble stilt strukturerte spørsmål, oppfølgingsspørsmål og indirekte spørsmål. (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 166-167). Gjennom samtale og veiledning ble spørsmål revidert til den endelige utgaven av intervjuguiden. Som Kvale og Brinkmann (2015) nevner bør ikke forskningsspørsmålet bli stilt i sin direkte form til informantene. I spørsmål 2.4 ble følgende spørsmål stilt: «Opplever du utfordringer ved bruk av IKT i matematikkundervisningen?» (Intervjuguide). Spørsmålet er stilt med fokus på erfaringer. Ettersom målet er å finne ut av hva som kan påvirke oppfatninger om IKT, virket det hensiktsmessig å få lærerne til å utdype eventuelle utfordringer som IKT medfører. Er spørsmålene for lange og intrikate kan det føre til irrelevant synsing, eller så kan det virke som en hindring for flyten i samtalen. Dermed bør spørsmålene være utformet på et hverdagsspråk, men med forskningsspørsmålet i bakhodet. Vi hadde hovedspørsmål med tilhørende underspørsmål, som skulle bidra til å skape mer diskusjon, og var ment som støtte dersom det var behov for mer utdypning av et tema.

### 3.1.2 Spørreundersøkelsen

Hensikten bak intervju som metode var å få et dypere innblikk i lærernes oppfatninger. Ved å benytte oss av en spørreundersøkelse kunne vi få informasjon om andre aspekter ved oppfatningene. Som nevnt i teorikapittelet kan oppfatninger variere og være både ubevisste og bevisste (Thompson, 1992). Hensikten med å inkludere et spørreskjema var å få mer utfyllende data, som kunne belyse disse aspektene fra ulike perspektiver. Dersom to eller flere metoder blir brukt til å undersøke et fenomen kalles det for metodetriangulering (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Ved gjennomføring av datainnsamlingen ble både intervju og spørreskjema brukt. Hensikten ved å benytte begge metodene var for å få komplementære data. Spørreundersøkelsen kunne tilby refleksjoner og oppfatninger fra informantene som vi

senere kunne benytte inn mot selve intervjuet. Dersom læreren var «helt enig» i påstanden: «Samtaler om matematiske problemstillinger i mindre grupper skaper produktive læringsprosesser for elever i matematikk», kunne vi etterspørre utdypende kommentarer om hvorfor læreren mente dette. Dette bidrar til å gi et mer nyansert bilde av hvilke oppfatninger som kommer frem. Til analysen er det primært intervjuet som benyttes. Deler fra spørreundersøkelsen er inkludert for å supplere dataene. Spørreskjemaet førte til flere fordeler. Blant annet bidro det til å begrense tiden som var nødvendig til selve intervjuet. Lengden på intervjuene varierte mellom 30 til 45 minutter.

Informantene fikk tilsendt spørreundersøkelsen i forkant av intervjuet. Hensikten bak dette var todelt. For det første ville vi at informanten skulle være klar og innstilt på temaet vi ville undersøke. Ved at de mottok spørreskjemaet i forkant kunne det bidra til at informantene fikk fininnstilt seg på undersøkelsens innhold. For det andre var det av interesse å finne potensielle motsigelser eller andre interessante perspektiver som kunne bli videre gjennomgått i intervjuet. Spørsmålene var utformet som påstander, der en Likert-skala ble brukt for å kategorisere grad av enighet/uenighet til påstandene (Krosnick & Presser, 2010). Rensis Likert utviklet dette måleredskapet for å få et uttrykk av en persons holdninger til et objekt (Holand, 2018). En potensiell svakhet med denne formen er at man ofte kan si seg enig i svært ulike type påstander (Krosnick & Presser, 2010). Et ønske om å fremstå som kompetent eller høflig kan føre til at svarene ikke nødvendigvis representerer de faktiske oppfatningene som læreren besitter. Under har jeg presentert et eksempel fra spørsmål 6 i spørreundersøkelsen:

## 6. Faktorer som påvirker min IKT-bruk.

Kryss av for hvor enig/uenig du er i følgende påstander.	Helt uenig	Nokså uenig	Verken uenig eller enig	Nokså enig	Helt enig
Jeg anser ikke tid som et problem for å bruke IKT i matematikk					
Skolen har tilstrekkelig ressurser for å undervise IKT i matematikk					
Jeg kan spørre kollegaer om råd og veiledning dersom jeg opplever utfordringer knyttet til IKT-bruk i klasserommet					
Jeg får positive tilbakemeldinger fra kollegaer når jeg bruker IKT					

Jeg får positive tilbakemeldinger fra elever når jeg bruker IKT					
Jeg har gode erfaringer med å undervise IKT i matematikk					

Figur 4. Utdrag fra spørreskjema spm. 6

Annet: \_\_\_\_\_

Her presenteres et sett av påstander. Lærerne har mulighet til å uttrykke sine synspunkter som mer eller mindre enig eller uenig. Holand (2018) påpeker at det sjeldent er nok med et spørsmål for å måle informantenes oppfattelser. Jeg antar at det samme gjelder for oppfatninger. Dermed kan et oppfølgende spørsmål stilles ved påstanden «Jeg har gode erfaringer med å undervise IKT i matematikk». Hvis læreren sier seg helt enig, kan det være av interesse å høre mer om disse «gode erfaringene» i et intervju.

### 3.2 Bakgrunn for valg av informanter

Vårt utvalg bestod av lærere som underviste matematikk på 5. til 10. trinn. Vi trengte informanter som kunne belyse problemstillingen ved å tilby varierte og informative refleksjoner om oppfatninger. Vi anså lærerens erfaring som relevant til å diskutere aktuelle bruksområder IKT har i matematikkundervisningen. Dersom individet hadde en matematikkutdanning fra høyskole kombinert med en periode med praktisk erfaring, så vi potensiale til en konstruktiv samtale som kunne bidra til å belyse våre forskningsspørsmål. Det var også interessant å snakke med de som viste høy interesse for digitale hjelpemidler, og de som foretrakk hjelpemidler av mer analog art i sin undervisning. Dersom lærerne var spesielt interessert i digitale verktøy eller flerspråklighet, kunne det bidra til å gi rike svar i form av oppfatninger, erfaringer og beskrivelser. Ifølge Dalen (2011) vil det være hensiktsmessig med et utvalg som kan gjenspeile variasjonen i fenomenet. Aktuelle kandidater ble kontaktet av oss fra skoler vi tidligere hadde vært i kontakt med og som viste en særlig interesse for studiene. Noen av informantene hadde en spesiell interesse for deler av problemstillingen i denne oppgaven. Dersom de hadde spesifikk erfaring med både IKT og/eller flerspråklighet ble de aktuelle for vår datainnsamling. Deres ekspertise kunne vise interessante funn opp mot oppgavens forskningsspørsmål. Ettersom vi opplevde manglene svar og deltagelse fra lærere, valgte vi de som hadde tid og mulighet til å gjennomføre intervjuene i tidsrommet vi hadde til rådighet. Informantenes tilgjengelighet ble derfor avgjørende for utvelgelsen. Thagaard (2009) beskriver dette som tilgjengelighetsutvalg. Utvalget bestod av fem lærere som underviste på skoler i Bergen kommune. Lærerne er gitt

fiktive navn for å ivareta deres anonymitet. Navnene jeg har valgt er Pål, Jens, Anna, Marie og Ine. Pål var den eneste av lærerne som underviste på mellomtrinnet. De andre jobbet på ungdomsskole. I kapittel 4 vil videre informasjon om informantene fremkomme.

### **3.3 Gjennomføring av spørreundersøkelse og intervju, transkripsjon**

Intervjuene ble spredt over noen måneder, ettersom at informantenes tilgjengelighet til tider var begrenset. Alle fikk tilsendt informasjon om prosjektet og samtykkeskjema, via e-post i forkant. Før gjennomføringen fikk informantene informasjon om hvilke rettigheter de hadde og hvordan datamaterialet skulle bli behandlet. Vi fikk tillatelse til å ta lydopptak og lagre lydfilene på Høgskolens sikre lagringsenheter. Alle intervjuene ble gjennomført på lærernes egne arbeidsplasser i egne grupperom.

Da intervjuene skulle bli gjennomført lå visse retningslinjer til grunn. Lydopptaker, intervjuguide og PC ble medbrakt som nødvendig utstyr for gjennomføringen. Før lydopptakeren ble slått på ble informanten informert om hvordan intervjuet ville bli gjort og at de kunne stille spørsmål dersom noe var uklart. Det ble også nevnt tydelig at informant måtte unngå å oppgi personidentifiserende utsagn, som blant annet hva de selv het, kollegaers navn, elevers navn eller skolens navn. Dette bygger på generelle retningslinjer om forskningsetikk og anonymitet (Kvale & Brinkmann, 2015).

Ettersom intervjuene ble gjennomført med to intervjuere, kunne flere aspekter ved informantenes ytringer fanges opp og bli diskutert. I vårt forsøk på å innhente gyldige og pålitelige data, har vi designert ulike roller oss imellom under intervjuet. En stilte spørsmål fra intervjuguiden, mens den andre noterte og stilte oppfølgingsspørsmål. Dersom det rådet usikkerhet om hvorvidt informanten og jeg hadde samme oppfatning av et begrep, valgte jeg å stille et oppfølgingsspørsmål for å sikre at vi hadde en felles forståelse av begrepet (Kvale & Brinkmann, 2015).

Transkripsjonen av de gjennomførte intervjuene ble skrevet av min medstudent og meg selv. Transkripsjonen og struktureringen er en begynnelse på analysen, ettersom det gjør det empiriske materiale klar for analyse (Kvale & Brinkmann, 2015). Etter hvert gjennomførte intervju, ble transkripsjonen gjort av begge parter. Som Kvale og Brinkmann (2015) presiserer er det viktig at begge parter er enige om hvordan transkripsjonen skal foregå. Fordi vi har samkjørt skrivestil, har vi prøvd å ivareta en transkripsjon som er konsistent. Ettersom vi verken skulle gjennomføre en lingvistisk analyse eller en psykologisk fortolkning var det ikke nødvendig med en ordrett gjengivelse av informantenes muntlige form. Transkripsjonene

er nokså detaljerte da uttrykk som sukk, pauser og latter ble nedskrevet. Detaljene avtok i noen grad ettersom behovet for de ikke var til stede. Eksempelvis ble irrelevante digresjoner kun oppsummert i korte trekk. Der min medstudent og jeg har stilt spørsmål har vi markert linjen med våre navn. Informantenes utsagn ble markert som «informant». I ettertid har hver linje i transkripsjonene blitt nummerert. Dette er gjort for å gi leseren en tydelig oversikt over når i intervjuet informantenes utsagn fremkommer, og for å kunne henvisne presist til utsagn i analysen.

### 3.4 Analysemetode

For å analysere dataene ønsker jeg å benytte Kvale og Brinkmanns (2015) tretrinnsmodell for forståelse. Trinnene som presenteres er selvforståelse, kritisk forståelse basert på sunn fornuft og teoretisk forståelse. Informantenes oppfatninger trekkes ut ifra det som kom frem i intervjuet. Dette er første trinn i modellen og omtales som meningskondensering. Deres meninger, opplevelser og oppfatninger har blitt sammenfattet til mindre sammendrag av hele intervjuet. Disse sammendragene er skrevet med hensyn til intervjuobjektens utsagn og tiltenkte mening. Dette ble gjort ved å lese igjennom transkripsjonene og korte ned lengre utdrag fra informanten, til mindre oppsummeringer. Fortettingen av transkripsjonene er også en måte å presentere empirien.

Det andre trinnet karakteriseres som kritisk forståelse basert på sunn fornuft. I denne fasen vil tolkningen gå utover informantens selvforståelse, «men holder seg likevel innenfor konteksten av det som anses som allmenn fornuftig tolkning» (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 241). Her trekkes informasjonen ut som er relevant til forskningsspørsmålet. Dette kan innebære å trekke frem likheter og forskjeller blant informantenes oppfatninger. Kodingen av datamaterialet ble gjort i et Word-dokument der forskningsspørsmålene stod som overordnet tema. Koding innebærer å tilegne et nøkkelord til et større utdrag fra teksten man skal analysere (Kvale & Brinkmann, 2015). Kategorier ble til dels induktivt valgt ut ifra informantens ytringer. Samtidig ble også noen kategorier valgt deduktivt ut ifra forskningsspørsmål og den aktuelle teorien. Eksempel på deduktive kategorier var kategorien som omhandlet «constraints i miljøet». Kodene ble i løpet av prosessen endret og bearbeidet etter flere gjennomganger av datamaterialet.

Avslutningsvis i delkapitlene vil jeg trekke de aktuelle delene opp mot teorien jeg har beskrevet i tidligere kapittel. Dette anses som den siste fasen i modellen, teoretisk forståelse. Fortolkningen som presenteres i denne fasen vil gå utover informantens selvforståelse og

sunn fornuft. Ved å plassere dataene i et større teoretisk rammeverk, kunne nye perspektiver innlemmes i de kategoriene som ble lagd etter gjennomført intervju. I løpet av prosessen ser jeg på enkeltutsagn og tolker disse ut ifra sunn fornuft og teoretisk forståelse. Samtidig må ytringer tolkes ut ifra en helhetlig forståelse av hva som blir sagt. I analysen må helheten forstås i konteksten av praksisen læreren befinner seg i, sammen med konteksten av intervjuet. Det hele gjøres ved en hermeneutisk meningsfortolkning (Kvale & Brinkmann, 2015). Ved å bevege seg fra helhet til delene, vil jeg danne en dypere forståelse av temaet og forskningsspørsmålet.

### **3.5 Reliabilitet og validitet**

Reliabilitet har, i kvalitative studier, med forskningens troverdighet å gjøre. Silver (referert i Thagaard, 2009, s. 199) påpeker at det handler om hvordan data er innsamlet og bearbeidet, og om prosessen er transparent i den grad at andre kan vurdere fremgangsmåten. «Validitet handler om gyldighet av de tolkninger forskeren kommer fram til» (Thagaard, 2009, s. 201). I følgende underkapittel vil jeg presentere hvilke valg som er blitt gjort for å ivareta påliteligheten og gyldigheten i forskningen.

#### **3.5.1 Reliabilitet**

Reliabilitet handler om hvor troverdig undersøkelsen er (Kvale & Brinkmann, 2015). Bruk av ledende spørsmål er spesielt diskutert når det gjelder reliabilitet i forskningsintervju. Dersom spørsmål er for ledende kan det svekke reliabiliteten i datasamlingen. Kvale og Brinkmann (2015) påpeker at en bør være klar over ledende spørsmål som påvirker informantene mot et svar. Likevel bør ikke ledende spørsmål nødvendigvis unngås, men man må «erkjenne spørsmålets virkning og forsøke å gjøre forskningsspørsmålene tydelige» (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 202). Til en viss grad vil de være preget av vår subjektivitet. Spørsmålet blir ikke om vi leder, men hvor vi leder samtalen og hvilken retning den får (Kvale & Brinkmann, 2015). Informantenes besvarelse om erfaringer eller tidligere praksis, ble ofte møtt med hvilken rolle IKT hadde for den aktuelle situasjonen. For å ivareta transparens i forskningen, har jeg presentert det metodiske ved undersøkelsen detaljert for å gi leseren et innblikk i hvordan datainnsamlingen og analysen har foregått. Tretrinnsmodellen til Kvale og Brinkmann bidrar til å gjøre analysen transparent. For at tolkningen skal være troverdig må utsagnene bestå av rike beskrivelser fra informantene og den teoretiske fortolkningen være relevant for teorien. I analysen har jeg presentert lojale beskrivelser eller direkte sitat fra informantenes utsagn, og tolket ut ifra den aktuelle teorien. Etter at intervjuet var gjennomført

var det behov for ytterligere teori som kunne bidra til å belyse problemstillingen.

Fortolkningene som er gjort baserer seg på relevante teorier om oppfatning, affordanse og konstruktivisme-inspirerte teorier. Hele materialet er analysert på en systematisk måte, og utsagn er ikke valgt ut ifra en forutfattat mening.

### 3.5.2 Validitet

Validitet i kvantitative metoder søker ofte etter hvor gyldige funn er for en større del av befolkningen. Validitet i kvalitativ forskning handler om gyldighet, og om undersøkelsen måler det som er tenkt til å måle (Thagaard, 2009). Validiteten vil også avhenge av hvilken teori som er relevant og gyldig. Informantenes utsagn vil presenteres og tolkes ut ifra teorien som er beskrevet. For å få et innblikk i læreres oppfatninger virker det naturlig å spørre om erfaringer og uttrykte meninger i intervjuet. Situasjoner som lærere beskriver, kan dermed danne et grunnlag som kan fortolkes i ettertid. Derfor anser jeg spørsmålene jeg stiller som relevante til formålet med undersøkelsen. For at undersøkelsen skal være gyldig, er det viktig at informasjonen som fremkommer i intervjuet bidrar til å svare på forskningsspørsmålene (Kvale & Brinkmann, 2015).

Som forsker er det også viktig å gjøre rede for min egen posisjon i miljøet som studeres. Jeg er utdannet matematikklærer og har jobbet som vikar i flere år. Kunnskapen jeg har tilegnet meg i løpet av tiden, kan bidra til at jeg har et særlig godt grunnlag til å forstå de fenomenene jeg forsker på. Samtidig kan tilknytningen fremstå som en svakhet ved at jeg «overser det som er forskjellig fra egne erfaringer» (Thagaard, 2009, s. 203). En av informantene var min tidligere praksislærer. Kjennskapen til vedkommende kan ha en innvirkning på hvordan jeg posisjonerer meg i forhold til informanten (Dalen, 2011).

### 3.6 Ethiske hensyn

For undersøkelsen jeg gjør er det visse etiske hensyn som gjør seg gjeldene. Dette innebærer overveielser som er blitt gjort i alle stadier av studien. De praktiske hensyn går på gjennomføring, konfidensialitet og anonymisering. Lærerne fikk utdelt et informert samtykkeskjema som ga dem informasjon om deres deltagelse i undersøkelsen (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2016). Det er også gitt informasjon om LATACME-prosjektet som denne undersøkelsen er en del av. Det ble også eksplisitt sagt av oss som intervjuet, at informantene kunne når som helst trekke seg fra undersøkelsen uten grunn. Dette er viktig dersom informantene selv føler at de har delt noe som er personlig og som de ikke ønsker å dele (Thagaard, 2009). Alle fikk beskjed om at det ville bli brukt fiktive navn, for å formidle

opplysninger i anonymisert form (Johannessen et al., 2016). Spørsmålene som ble brukt i intervjuet og spørreskjemaet inkluderte ingen spørsmål som kunne frembringe emosjonelt ubehag eller sensitive opplysninger. I analysen vurderer jeg ikke lærernes synspunkter, ettersom jeg ikke kan påstå at deres praksis er mer eller mindre riktig. Det handler om å få frem deres synspunkter på en lojal måte som belyser informantenes selvforståelse, og se sammenhenger eller forskjeller til aktuell teori og litteratur.



## 4 Presentasjon av datamateriale

Her vil jeg presentere empirien som er gjort i studien. Strukturen baserer seg på Kvale og Brinkmanns tretrinnsmodell (Kvale & Brinkmann, 2015). I dette kapittelet vil jeg ta for meg informantenes selvforståelse, som er det første trinnet i tretrinnsmodellen. Jeg vil nå gi en meningskondensering av informantenes svar under intervjuet, dvs. «en omskrevet fortetting av informantenes egne synspunkter, slik forskeren forstår dem» (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 241). Grunnlaget for utvalget av informanter i empirien er avklart i metodekapittelet. Oppsummeringen er inkludert for å presentere mine data i overkommelig form, og vil bidra til transparens. Temaene som fremstår i meningsfortettingen kan videre «gjøres til gjenstand for omfattende fortolkninger og teoretiske analyser» (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 232). Særlig interessante data er plukket ut av spørreundersøkelsen for å tilby et mer nyansert bilde av lærernes oppfatninger. Disse oppsummeringene er inkludert i siste avsnitt for hver informant.

### 4.1 Pål

Pål ser på matematikk som språk, systemer, mønstre og som avgjørende for problemløsning. Matematikk er viktig for å mestre utfordringer i dagliglivet, i tillegg til å forstå samfunnet og være i stand til å tenke kritisk. En grunnleggende forståelse av hvordan et samfunn fungerer, kan være viktigere enn å gå inn på detaljnivå på matematiske konsepter.

Pål er opptatt av å variere undervisningen og presenterer ressurser på nett som aktuelt materiell for elevene slik som videoer, begrepsavklaringer og læringsmål. Han benytter seg av omvendt undervisning, tavleundervisning og case der elevene er med på å formulere problemer til scenariet. Pål er åpen og utprøvende for IKT. På skolen driver de med kodeklubb «Lær kidsa koding»<sup>2</sup>, som inkluderer høyskolestudenter til å lære elevene å kode.

Pål opplever IKT som tidsbesparende dersom det tekniske fungerer, men ikke når nettet er dårlig. Han opplever at elevene er positive til å få umiddelbar respons når de jobber i for eksempel Kikora<sup>3</sup>. Det er tidsbesparende med tanke på retting av lekser. Ettersom Kikora har

---

<sup>2</sup> Lær Kidsa Koding! er en frivillig bevegelse som arbeider for at barn og unge skal lære å forstå og beherske sin egen rolle i det digitale samfunnet (<https://www.kidsakoder.no/om-lkk/>).

<sup>3</sup> Kikora er et digitalt læremiddel i matematikk, som automatisk gir elevene tilbakemelding linje for linje under utregning av oppgavene, sitat facebook kikora

forbedret seg de siste årene, brukes dette i større grad enn før. GeoGebra brukes også mer, fordi elevene har hver sin Chromebook.

Pål er opptatt at penn og papir ikke må erstattes helt med IKT. Elevene har godt av å ta på ting. IKT klarer å imøtekomme behov for differensiering. Ved et tilfelle skulle elevene lage et prisme i GeoGebra ved å følge ett sett av instruksjoner. Hensikten var at elevene skulle kunne dra i vinklene på prismet uten at kriteriet for et rektangulært prisme ble endret. Begrep lært i prosessen er viktigere enn produktet i seg selv.

Pål er åpen og klar for det økte IKT-kravet i læreplanen. Det er naturlig at elevene lærer mer ved bruk av IKT, ettersom det er et språk de er mer vant til å bruke. Argumentasjon handler om å kunne forklare hvordan man tenker. I eksemplet med rektangel er argumentasjonen multimodal, der han jobber med tavlen samtidig som at elevene jobber på hver sin PC. SMART Board er gunstig, men prosjektor som legger til rette for et felles blikkfang er av større betydning. Elevene lærer best når de samarbeider. De dynamiske mulighetene i GeoGebra gir en arena for samtale og diskusjon. Logisk tenkning er den letteste veien fram til et svar.

For flerspråklige elever er det betydningsfullt å kunne endre språket på programmet eleven bruker. De har et migrasjonsteam på skolen som har opplegg og ansvar for oppfølging av flerspråklige elever. Språkproblemer og utfordringer knyttet til ulik skoleprogresjon opplever Pål som en utfordring i matematikkfaget. Visualiseringer for flerspråklige elever er av stor betydning.

Ifølge Pål bør tall, begrepsforståelse og praktisk nytte prioriteres i faget. Matematiske samtaler og variasjon ses på som nyttige i undervisningen. IKT-kompetansen anses for å være over gjennomsnittet. IKT skaper muligheter og kan bidra til økt læringsutbytte for elevene. Elevene gir positive tilbakemeldinger når Pål benytter IKT i undervisningen. Den digitale kompetansen utvikles i stor grad av etterutdanning, kollegialt samarbeid og på eget initiativ. IKT brukes ofte for introduksjon av nye emner og for flerspråklige elever.

## **4.2 Anna**

Anna har jobbet som lærer i over 15 år og underviser på ungdomstrinnet. Matematikk er som magi når elevene får det såkalt «aha» øyeblikket og ser mønstre. Matematikken er et verktøysfag som skal brukes, samtidig som at matematikken i seg selv og fagets egenart ses på som spennende. Elevene bør lære matematikk for det praktiske, men og for å være i stand

til å se logisk på situasjoner og bygge resonnement. Utforskende oppgaver er nyttige, spesielt med tanke på at læringen skjer i prosessen.

Anna beskriver sin egen interesse for IKT som over gjennomsnittet. Hun bruker omvendt undervisning, spesielt i form av Campus Inkrement. Det gir tid til å utforske videre på skolen, samtidig som det endrer lærerrollen. Man bør ikke kun dele ut oppgaver og forvente at de skal løse det på egen hånd, men heller være på og veilede elevene. Læring oppnås bedre i samarbeid med andre.

GeoGebra<sup>4</sup> peker seg ut som nyttig verktøy til å jobbe med funksjoner. Muligheten til å legge inn en glider i dynamiske geometriprogram gir muligheter til å fokusere på analysen, i tillegg til at visualiseringene er helt nøyaktige. Tidligere har elevene oppdaget forståelse ved koordinatsystem når de programmerer i Python. I visse situasjoner så vil det være lettere å se sammenhenger når en skal programmere, fremfor å få konseptet forklart av lærer.

Utfordringer knyttet til IKT retter seg hovedsakelig mot tidligere praksis. For eksempel trøbbel med PC-rom, tidkrevende pålogginger, osv. PC gir elevene mulighet til å drive med andre, ikke-matterelaterte ting i tillegg. GeoGebra og Campus Inkrement brukes mer nå enn for fem år siden. Det er tidsbesparende når man ikke behøver å bruke mye tid på å tegne koordinatsystem for hånd. Bortsett fra opplæringen i GeoGebra, har ikke videreutdanningen hatt en betydelig rolle for den nåværende IKT-bruken. Anna opplever at den nye læreplanen i større grad må tolkes når det kommer til IKT-bruk. Før var krav til det digitale nedskrevet mer eksplisitt i kompetansemålene.

Argumentasjon er en prosess for å beskrive hva man har kommet fram til, spesielt med et matematisk språk. Språket er viktig for matematisk argumentasjon og et «gyldig» argument er fullstendig dersom premisser og begrunnelser støtter påstanden. Elevene er innforstått med at læringen foregår i prosessen. Videoer anser hun som et digitalt hjelpemiddel som kan benyttes for å få elevene til å argumentere mer i matematikken. Logisk tenkning innebærer å bryte ned det en vet for å finne ut hvilke steg en må gjennom for å svare på et problem.

Oversettelsesprogram kan ses på som et redskap for flerspråklige elever i matematikken. Begrepsforståelse er viktig, og noen ganger tar vi språket for gitt. Likevel handler det om den matematiske forståelsen.

---

<sup>4</sup> Dynamisk grafisk verktøy som kobler geometri og algebra sammen.

Anna mener at praktisk nytte av matematikkfaget er viktig, men at matematikk er mer enn bare kalkulering og matematikk i dagliglivet. Gjennomgang av dagens tema etterfulgt av individuelt arbeid er mindre effektivt for læring i matematikk. IKT-kompetansen anses for å være over gjennomsnittet. IKT i undervisning innebærer flere fordeler enn ulemper. Elevene gir positive tilbakemeldinger når IKT brukes. Den digitale kompetansen utvikles hovedsakelig på eget initiativ. Tilrettelegging av IKT skjer i stor grad av seg selv med de hjelpemidler og programmer som er tilgjengelig.

### 4.3 Jens

Jens underviser også på ungdomstrinnet og har jobbet som lærer i over 15 år. Matematikk er en forståelse av verden rundt oss. Den er allmenngyldig og uavhengig av planet i universet, alt fra enkel hverdagsmatematikk til avanserte formler. Matematikk er nødvendig for at samfunnet skal fungere, og mer avansert matematikk kan hjelpe elever til å bli bedre problemløser. Utforskende oppgaver og problemløsning er essensielt for majoriteten av elevene. Han mener at det er viktig å kunne kjenne igjen feil, men at selve utførelsen som oftest vil bli gjort av maskiner eller digitale verktøy. Jens kobler problemløsning til logisk tenkning og ser at det har en overføringsverdi til livet. Han foretrekker å undervise for klassen, la elevene få diskutere og stille spørsmål. Han gjør vurderinger underveis for å sikre forståelse hos elevene. Jens ser fordeler ved å undervise for faglig høyt presterende elever, ettersom det åpner opp for mer utforskende matematisk virksomhet. For å tilpasse undervisningsmateriell til høyt presterende elever, finner han oppgaver som er beregnet til et høyere nivå. Elevene lærer av å se på sine feil på tidligere gjennomførte prøver.

Hans personlige interesse har gått fra å være veldig opptatt av IKT, til å vurdere situasjonen og kun bruke IKT der det er nyttig. Han forklarer fordeler av Chromebooks og effektiviteten det gir. Han opplever at IKT ikke er fullt så nyttig i algebra. Kikora kan fungere fint, men slike repeterende oppgaver vil kanskje bli kjedelig for høyt presterende elever. Jens gikk på GeoGebrakurs, som førte til at han følte seg trygg i programvaren. Han trakk frem et eksempel der elevene fikk jobbe med uttrykkene  $y = \sin x$  og  $y = \cos x$  i GeoGebra for å se sammenhenger. Han har også positive erfaringer med å la elevene leke med gliderne i GeoGebra for å forstå formlene. Han opplever at PC kan være tidsbesparende dersom internett og utstyr er oppdatert. Jens er imøtekommende for programmering, og Jens har allerede gjort simuleringer i Excel der de skulle måle sannsynligheten av terningkast. Elever kan være ressurser i slike emner. Han bruker IKT til å finne undervisningsmateriell og bygger

opp en bank av undervisningsopplegg. Han liker delingskulturen som for eksempel på Facebook.

Argumentasjon ser Jens på som evnen til å begrunne sine påstander. Elever er på et høyt nivå dersom de kan argumentere i matematikken. Bevis og evnen til å forklare bevis krever høy kompetanse. Han opplever at elever argumenterer i ulik grad, og vektlegger enkelheten i forklaringen. Han trekker frem betydningen av å argumentere muntlig før man argumenterer skriftlig. Han foreslår film som et virkemiddel for å argumentere, der man beviser/forklarer ulike oppgaver. På samme måte kan GeoGebra føre til økt argumentasjon hos elevene. Logisk tenkning vil innebære å kunne løse et problem, møte på et ukjent problem og kunne bruke ferdigheter som man allerede har til å sette sammen og løse et ukjent problem.

Lærer trekker frem eksempler med fremmedspråklig elev som gjør det bra i matematikk. Eleven bruker Google Translate til å oversette oppgavene. Han vektlegger at matematikken er allment gyldig, og at dersom matematikk kunnskapen er på plass, så medfører det ingen annen utfordring enn å bruke oversetter. Han opplever at kunnskapshull er et større problem enn språket blant mange fremmedspråklige elever. Han nevner Campus Inkrement som et hjelpemiddel.

Ifølge Jens bør matematikk for resonnering og argumentasjon prioriteres. Tall og begrepsforståelse ses også på som viktig. Det samme gjelder praktisk nytte av faget. Han er generelt positiv til ulike metoder for læring av matematikk. Den digitale kompetansen er tilstrekkelig for undervisningen. IKT ses hovedsakelig som fordelaktig for undervisningen. Han er nokså enig i fordelaktige påstander om IKT-bruk og begrunner det med at tilgang på internett til tider kan være mangelfull. Den digitale kompetansen blir hovedsakelig utviklet på eget initiativ. Jens tilrettelegger ofte for IKT for argumentasjon og flerspråklige elever.

#### **4.4 Marie**

Marie underviser også på ungdomstrinnet. Hun kobler matematikk til noe man trenger i hverdagen og til penger og grafer. Hun mener at det er viktig at elevene lærer matematikk for å ha en grunnleggende forståelse for økonomi. Hun liker å benytte seg av oppgaver med reelle kontekster, som for eksempel budsjett eller arbeidstegninger. Hun foretrekker å vise en fremgangsmåte, for å deretter la elevene jobbe med oppgaver. Marie ser og at digitale læreverker er en ressurs i undervisningen, spesielt med tanke på differensiering. Klassen har jobbet mye med muntlig matematikk og begrepsforståelse. IKT-bruken bør brukes der det er nyttig, men føring og arbeid i skrivebok kan være vel så viktig. Hun opplever at

«gjennomsnittseleven» syntes det er vanskelig å gruble seg fram til svaret. De ønsker gjerne mer konkrete forklaringer. Hun opplever også kritikk fra foreldre om en slik måte å jobbe på. IKT fører ikke til dybdelæring, men er mer et middel for å nå et mål. Hun beskriver sin egen interesse for IKT som under gjennomsnittet. I utgangspunktet er hun ikke så begeistret for IKT, men på grunn av et økende krav om bruk i skolen og i samfunnet, ser hun verdien i å bruke det. IKT-bruken har blitt mer effektiv i det siste med tanke på effektiviteten ved at elevene har hver sin enhet.

Marie føler seg ikke rustet til å lære bort programmering foreløpig, men er klar for å lære det selv. Hun ser utfordringer knyttet til å dra på kurs, for eksempel å overlate klassen til noen andre over lengre perioder. I tillegg er hun imot enten/eller-løsninger. Grunnleggende ferdigheter og gangetabell er eksempler på noe som bør automatiseres før en går videre. Argumentasjon innebærer refleksjon og diskusjon. Det handler om å forklare hvordan ting henger sammen og benytte et matematisk språk, som for eksempel en situasjon der elevene argumenterte for hvordan en arbeidstegning skal se ut. I klassen er det en kultur for å bruke korrekte og nøyaktige begreper. Digitale verktøy er ikke essensielt for den matematiske samtalen. Logisk tenkning er å vurdere hvor sannsynlig en forklaring er, og digitale verktøy er ikke nødvendig for å kunne tenke logisk. I et eksempel skulle elevene regne ut lengden på sidekanter ved å bruke Pytagoras setning. Elevene hadde glemt fremgangsmåten, men fant ut av lengdene ved å tegne figurene inn i GeoGebra og argumenterte for lengden på sidekantene ved å bruke de funksjonene de hadde tilgjengelig.

En styrke digitale verktøy tilbyr flerspråklige elever er å kunne skifte språk til sitt eget morsmål. Marie opplever at de flerspråklige elevene har utfordringer knyttet til å argumentere matematisk på norsk, men ikke nødvendigvis på eget morsmål. Hun opplever at de flerspråklige elevene forstår når de gjør oppgavene, og jobber med å tenke «hva er det jeg ikke forstår?».

Marie er helt enig alle foreslåtte hensikter bak matematikkfaget i spørreskjemaet. Hun er nokså uenig at hun har tilstrekkelig kompetanse for å bruke digitale verktøy i undervisningen. Hun er nokså enig i at IKT kan bidra til mer variert undervisning og økt læringsutbytte for elevene. Samtidig er hun verken enig eller uenig i at IKT aktiviserer elevene, eller fanger elevens interesse for matematikkfaget. Den digitale kompetansen blir utviklet på eget initiativ eller ved kollegialt samarbeid. Hun tilrettelegger ofte eller svært ofte for argumentasjon og flerspråklige elever.

## 4.5 Ine

Ine er relativt nyutdannet og har kun jobbet på ungdomstrinnet i noen år. Hun beskriver matematikk som et spennende fag, som gir forklaringer på verden rundt oss. Matematikk er viktig fordi det er noe man får bruk for i hverdagen og i praktiske situasjoner. Matematikk er en del av vårt samfunn og må forstås for å fungere optimalt. Hun ser på matematikk som universalt.

Omvendt undervisning har hun positive erfaringer med. Det er dog utfordrende at elevene ikke har en relasjon til personen som snakker i videoen, men videoene gir elevene mulighet til å lære i eget tempo, og tilbyr elevene «evnen til å lære å lære». Hennes egen rolle som lærer er mer som en veileder, enn en som tilbyr alle svarene på tavlen. Dette møter hun noe motstand på fra elever og foreldre. Likevel mener hun at det er viktig at elevene forstår matematikken, fremfor å pugge på regler og prosedyrer.

Hun er interessert i IKT for skolesammenheng, men mener at lærebøker ikke skal fases ut av den grunn. Hun opplevde at hun ikke fikk tilstrekkelig innføring i digitale verktøy i utdanningen, og har heller ikke fått bruk for det hun lærte. Hun henter inspirasjon og kunnskap om digitale verktøy fra kollegaer på arbeidsplassen. IKT er tidsbesparende når det gjelder retting og leksesjekk. Ine trekker frem passer vs. GeoGebra og kommer frem til at begge deler bør benyttes. Hun har en oppfatning av at man står tryggere med passer i hånden, kontra det digitale.

Ines oppfatning av elevenes forståelse kommer gjennom samtale og til dels resultater. IKT-overgangen hadde vært lettere dersom elevene begynte med det på barneskolen. Hun har et ambivalent forhold til IKT, der hun ser både negative og positive sider ved IKT-bruk. Hun ser verdien i å snakke, tegne og skrive matematikk for hånd. Det bør være en balanse mellom IKT og det håndfaste og konkrete. Det er fordeler ved å bruke læringsvideoer, ettersom det gir elevene mulighet til å diskutere det de har sett. Hun føler seg rustet til et økt IKT-krav, og har allerede vært på flere programmeringskurs. En økt forståelse innen IKT vil bidra til å forstå verden rundt oss, for eksempel programmering og droner til å måle areal, men er fortsatt litt usikker på hvordan det ser ut i praksis.

Å argumentere vil si at det er ulike veier til svaret, men Ine foretrekker ordet besvarelse. For eksempel er diskusjonsoppgaver i Campus Inkrement en mulighet til å argumentere i matematikken. Logisk tenkning er evnen til å tenke på mulige løsningsmetoder der svaret ikke er gitt. Hun ser på «verktøykasse» som en metafor for kunnskapen elevene tilegner seg.

Ine har elever med flerspråklig bakgrunn og opplever programmer som Kikora og Google Translate som stor hjelp for å oversette. Hun sier at elevene kanskje kan opparbeide en bedre kompetanse, men ikke nødvendigvis bli bedre til å argumentere og tenke logisk. Hun ser på språk og hull i kompetansen som utfordringer ved læringen. Hun mener at skolen og lærerne ikke er gode nok til å innhente ressursen som flerspråklige elever kan ha.

Ine er helt enig i alle foreslåtte hensikter bak matematikkfaget i spørreskjemaet. Gjennomgang av dagens tema etterfulgt av individuelt arbeid er mindre effektivt for læring i matematikk. Variasjon er også viktig. Hun er verken enig eller uenig i at hun har tilstrekkelig kompetanse for å bruke IKT i sin undervisning. Hun er nokså enig eller helt enig i fordelene som nevnes ved IKT til undervisning. Elevene gir positive tilbakemeldinger når IKT brukes. Skolen, kollegialt samarbeid og eget initiativ, bidrar til å utvikle den digitale kompetansen. Tilrettelegging for IKT-bruk for argumentasjon og flerspråklige elever skjer svært ofte.



## 5 Analyse

I dette kapittelet vil informantenes utsagn tolkes og analyseres for å besvare mine aktuelle forskningsspørsmål. Johannessen et al. (2016) beskriver analyse som oppdeling av data i mindre deler, der målet er å avdekke mening og sammenheng. Tolkning handler om å sette noe i en helhetlig kontekst. En ønsker å forklare og forstå funnene i analysen ut ifra relevant teori. Strukturen vil bære preg av de to siste fasene i tretrinnsmodellen (Kvale & Brinkmann, 2015). Jeg vil begynne med å gjenta forskningsspørsmålene og tematisk presentere de delene som er aktuelle for videre tolkning. Deretter vil den teoretiske forståelsen trekkes opp mot det aktuelle forskningsspørsmålet. Tanken er at de to delene til sammen vil gi et adekvat svar på problemstillingen.

### 5.1 IKT sin påvirkning av matematikkundervisningen

Som tidligere nevnt er ikke IKT nytt i skolesammenheng. Den gradvise økningen av digitale verktøy i skolen har bidratt til å sette spørsmål ved bruken av IKT til matematikkfaglige formål. IKT representerer en stor endring i måten man ser på matematikk. For lærere som er nødt til å benytte seg av digitale verktøy, er deres refleksjoner omkring dets effekt og nytte, aktuell for hvilke metodiske valg som tas i bruk i undervisningen. Dermed vil jeg se på det første forskningsspørsmålet: På hvilken måte oppfatter lærere at IKT påvirker matematikkundervisningen? Jeg vil begynne med å presentere de refleksjonene lærerne trakk frem ved sitt matematikksyn. Dette kan være relevant for hvordan de benytter seg av IKT i sin undervisning. Deretter vil jeg trekke fram sider ved lærernes foretrukne måte å undervise på. Jeg vil lese dataene i lys av forskningsspørsmålet, men unnlater i første omgang å se på det med en teoretisk linse. Ytringene presenteres som eksempler på «lærerstemmer» der jeg vil se på utsagnene til informantene som et kollektivt bidrag til belysningen av problematikken.

#### 5.1.1 Undervisningssyn

##### Tradisjonell og elevsentrert undervisning

Pål vektlegger betydningen av forutsigbarhet i sin undervisning, samtidig som at han anser variasjon som viktig. Han nevner at han benytter seg av noe «tradisjonell» undervisning og at han ikke er redd for å benytte seg av tavlen når nye temaer skal gjennomgås. Tradisjonell undervisning tolkes her som en undervisning der læreren gjennomgår tema i plenum, etterfulgt av spørsmål og egenarbeid av elevene. I Jens sin forklaring av foretrukket undervisningsmetode, nevnes også det som kan ligne på «tradisjonell undervisning». Hans

forklaring bærer preg av betydningen av hans lærerrolle i klasserommet. Ved å «lese» rommet og gjøre små vurderinger jobber han for å sikre seg at så mange som mulig forstår forklaringen. Samtidig er Jens opptatt av utforskende oppgaver, som kan diskuteres blant elevene seg imellom og i hel klasseromssituasjon.

Annas «drømmeklasserommet» består av utforskning og utvikling i lag. Dette er noe hun prøver å få til, og opplever Campus Inkrement som et verktøy som hjelper henne til å oppnå det målet. Ved at elevene selv får mulighet til å sette seg inn i stoffet, frigjør det tid til utforskende virksomhet i klasserommet. Hun opplever også at gode utforskende oppgaver tilbyr elever å jobbe med oppgaven ut ifra sitt nivå. Samtidig erfarer hun at utforskende virksomhet krever mer av henne som lærer, ettersom at hun må bruke mer tid på å vurdere om elevene har forstått innholdet.

### Hvilke digitale verktøy er tilgjengelige?

Det er flere digitale verktøy som benyttes i lærernes nåværende praksis. IKT-bruken til lærerne har noen likhetstrekk. Dette kan ha flere årsaker. Alle lærerne jobber på skoler i Bergen kommune og alle skolene er offentlige. Noen av programmene lærerne nevner i intervjuet er GeoGebra, Campus Inkrement, Python og Excel. GeoGebra og de dynamiske visualiseringene, nevnes av både Jens og Anna. Jens beskriver hvordan han lar elevene sitte og «leke» med uttrykk, for å se hvordan ulike tall i variablene påvirker grafen. Dette uttrykker han som en positiv egenskap ved det digitale som bidrar til at elevene forstår sammenhenger ved arbeid med matematiske uttrykk. Programmeringen ble nevnt som et verktøy som kunne støtte forståelse i matematikk. Siden programmering ikke er fremtredende i gjeldende læreplan, var det ikke så mange som hadde begynt med dette i sin undervisning. For noen var programmering nytt og fortsatt noe ukjent, likevel var det en åpen holdning til å lære seg programmering og koding til matematikkfaglige formål.

### 5.1.2 Syn på læring av matematikk

#### Hvordan brukes programmene pedagogisk?

Lærerne beskriver bruken av de digitale verktøy i sin praksis. Erfaringen bidrar til å utdype hvordan den pedagogiske praksisen påvirkes av det digitale. Det vil også belyse hvilke oppfatninger om læring av matematikk som lærerne anser som effektive. To aspekter ved bruken peker seg ut.

### Analog vs. digital

Bruken av GeoGebra har vært oppe til diskusjon for Ine og den skolen hun jobber på. Der drøftet de sider ved GeoGebra og håndholdt passer og linjal. På en side er bruken av passer og linjal ønskelig ettersom elevene får jobbe mer fysisk og konkret med konstruering av figurer og vinkler. På den andre siden er GeoGebra attraktivt på grunn av de dynamiske egenskapene det medfører, hvilket lærerne anser som positivt for elevenes forståelse i matematikk. Ine anser det som problematisk at skolen bestemte seg for å utelukkende benytte seg av GeoGebra. Hun trekker fram betydningen av at elever lærer på ulike måter.

Jeg tror at neste gang, ønsker jeg å gjøre kombinasjoner. For noen er det digitale bedre, men for noen er det faktisk, de som er *kreativ*, de som kanskje syntes at matematikk er vanskelig, men de er veldig kreative, at de hadde hatt mer utbytte av å tegne med passer (Ine, 171-174).

Flere av informantene har lignende utsagn når det gjelder det digitale vs. det analoge. Pål gir også uttrykk for at han ikke ønsker å velge «enten-eller» i spørsmålet om bruk av det digitale vs. det analoge. Jeg anser den kjente leveregelen, «den Gyldne Middelvei», som aktuell for dette fenomenet. De færreste er for en total digitalisering av norske skoler. Samtidig anses digital kompetanse som elementært for å delta i utdanning og arbeidsliv (NOU 2015: 8, 2015). Flere av informantene i denne studien har en oppfatning som er preget av en «gylden middelvei»-tankegang. Dette er interessant med tanke på hvordan oppfatninger kan endre seg. Det kan være en prosess som tar tid, og erfaringer er nødvendige for å forme oppfatninger om nye verktøy eller tiltak.

### Omvendt undervisning

Omvendt undervisning peker seg ut som et pedagogisk tiltak som har manifestert seg i flere av skolene som ble besøkt. Alle informantene nevner Campus Inkrement som et verktøy som er flittig brukt i undervisningen. Det legges frem flere positive sider ved programmet fra lærernes side. Flere uttrykker at de har en tendens til å undervise på en måte som er mer tradisjonell. Når videoene som tilbys i Campus Inkrement gis til elevene, frigjøres tid i klasserommet, som vanligvis blir brukt til instruksjon. Anna hevder at dersom videoene er tilpasset elevenes nivå, så vil videre instruksjon være unødvendig. På grunn av det digitale verktøyet, preges hele undervisningsstrukturen på den måten at selve undervisningstiden kan bli disponert på en helt ny måte. Dette oppleves som positivt for Anna, ettersom hun foretrekker å bruke tid på utforskende oppgaver.

Ine beskriver også omvendt undervisning som er spesielt i fokus på skolen hun jobber på. Ine trekker også fram fordelene ved at elevene får i oppgave å lære seg emnene hjemme, for å

deretter komme til skolen med notater og eksempler fra videoene de har sett. Hun presiserer at hennes oppfatning av lærerrollen endret seg etter at hun ble lærer.

For jeg ser jo det at det er mer dette å være en veileder, vise til ressursen, vise til hjelpen, og selvfølgelig gi råd og komme med hjelp (Ine, 65-66).

Hun presiserer at omvendt undervisning kun er én faktor som har ført til denne oppfatningen. Likevel kan det virke som at Campus Inkrement fører til at den rollen blir forsterket. Instruksjonsfasen av nye emner foregår hos elevene selv. Ine presiserer betydningen av relasjonen mellom lærer og elev.

For det er noe med relasjonen der, og det opplever jeg at elever kommer og sier de ikke forstår, og så sier du, gjentar, bevist 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 (Ine, 38-41).

Selv om læringsvideoene som Campus Inkrement tilbyr utdypende forklaringer, har Ine en oppfatning av at relasjonen kan bidra til å videre støtte elevenes matematiske forståelse. Utsagnet kan forstås som at en medmenneskelig relasjon tilbyr noe et digitalt verktøy enda ikke kan gi.

### Representasjoner og visualiseringer

Oppfatninger om læring av matematikk fremstår gjennom beskrivelser av IKT-bruk i klasserommet. GeoGebra og Excel er ofte nevnt av samtlige lærere. Disse programmene har vært i bruk på eksamensoppgaver fra og med 2016 (Matematikksenteret, u.å.). Anna og Jens beskriver utforskende aspekter ved å benytte seg av dynamiske geometriprogram. Anna vektlegger spesifikt at det digitale verktøyet bidrar til å ivareta fokus på konseptet hun ønsker at elevene skal lære. Jens nevner et eksempel der han simulerer terningkast i Excel for å få forståelse av sannsynlighet.

### 5.1.3 Matematikksyn

#### En utforskende oppfatning

Både Jens og Anna trekker fram utforskende sider ved matematikken som viktige for elevene. Jens sier i et utdrag følgende:

Akkurat den verdien der med matematikk som utforskende og ja, problemløsningsbiten. Det tror jeg er veldig viktig for mange av elevene, men ikke for alle. (Jens, 25-27).

Jens oppfatter den utforskende siden ved matematikk som interessant og nyttig for elever som har en spesiell interesse for det aspektet. Jeg tolker utsagnet slik at for elever som er lavt presterende eller som har utfordringer med faget, vil det være tilstrekkelig å opparbeide en

grunnleggende forståelse av matematikken i første omgang. Anna snakker også om den utforskende delen av matematikk, og sier følgende:

det er å utforske matematikken, det å klare å fange de i den, er også en, altså motiverende for mange som gjerne strever, når de plutselig ser «oi, her er det noe mønster» de ikke har tenkt på før (Anna, 17-19).

Anna trekker frem motiverende faktorer ved utforskende matematikk. Dersom elever ser et mønster i det de holder på med, så kan det være oppløftende. Lærerne viser til noe motstridende syn når det gjelder utforskende virksomhet i matematikken. Anna trekker frem betydningen av å forstå matematikken for de elevene som strever med den. Hun beskriver det som «magi» når elevene opplever at de forstår mønstre og sammenhenger. Jens beskriver derimot to sider ved matematikkfaget som er viktig for elevene. Den ene handler om en grunnleggende matematisk forståelse for at samfunnet skal fungere, mens den andre dreier seg om matematikken som er mer avansert:

... som ikke alle trenger, som fortsatt hjelper dem til å bli bedre problemløsere (Jens, 16-17).

Anna har større tiltro til utforskende matematikk for alle nivåer. Jens gir uttrykk av at en kan begynne å utforske i matematikken når en har en grunnleggende forståelse av matematikk.

### Praktisk nytteverdi

Flere av lærerne trekker opp matematikkens praktiske nytteverdi. Marie trekker fram delene av matematikk som handler om økonomi og grafer. Hun mener at elevene bør ha en grunnleggende tallforståelse for å beherske sin personlige økonomi og fungere i samfunnet generelt. Ine nevner betydningen av å forstå størrelser og mengder. Hun begrunner det med behov for logikk og regning i hverdagen:

man bruker det i hverdagen, praktiske situasjoner møter man hver dag, hvor man må tenke logisk og man må kunne regne (Ine, 8-9).

I meningskondenseringen kommer det fram at Anna betegner matematikk som et *verktøysfag*.

I det neste utdraget belyser hun sider ved praktisk matematikk:

det vi tenker er at praktiske oppgaver ikke er så relevant for elevene alltid. Vi har jo diskutert litt hva vil det si å kunne bruke matematikk i praksis. Handler det om å bygge, være hands-on, eller er det andre situasjoner der det kan være like praktisk (Anna, 8-11).

Hun oppfatter bruken av praktisk matematikk som mindre relevant til tider. Samtidig er oppfattelsen av matematikk som verktøysfag også delt med oppfattelsen av at matematikken i seg selv kan utforskes. Hun beskriver også et motiverende aspekt ved å fange seg i matematikken, uten at et praktisk problem nødvendigvis er til stede. Det grunnleggende matematikksynet er dermed delt til å tjene flere formål.

Jens beskriver i neste utdrag betydningen av forståelse i praktisk matematikk, ved å trekke tråder til digital teknologi i arbeidslivet.

Og så er jo det og det å forstå en del av, de tingene som de mest sannsynlig senere kommer til å ha automatisert gjennom diverse digitale verktøy osv. Det er jo ingen som jobber i bank som regner ut renten med penn og papir, de har lånekalkulator som er ferdig programmert; trykker inn tallene så kommer de tilbake igjen. Men de må jo kunne gjenkjenne hvis noe er veldig feil. Altså, så de må jo ha en viss forståelse (Jens, 27-32).

Jens vektlegger at matematisk forståelse er viktig, men får samtidig fram at praktisk matematikk i disse dager i større grad er automatisert. Et fellestrekk blant lærerne er at elevene bør opparbeide en grunnleggende forståelse for å overkomme hverdagslige hindringer, og beherske utfordringer som kan forekomme i samfunnet og arbeidslivet.

#### 5.1.4 Digitale verktøy og endringer i lærerarbeid og oppfattelser av lærerarbeid

Marie beskriver forskjeller i måten hun opererte tidligere og hvordan den oppfatningen har endret seg. Hun sier selv at hun pleide å benytte seg mye av tavleundervisning/tradisjonell undervisning, der målet var å lære elevene korrekt føring og fremgangsmåter. Etter hvert har hun oppdaget digitale læreverker, som gjør differensiering enklere. Det har gjort at hun bruker mindre tid på å undervise fremfor klassen, til å gi ut oppdrag som elevene kan jobbe med. Vi får et innblikk i hvordan undervisningen gradvis har endret seg for Marie. Det digitale læremiddelet har i dette tilfelle lettet på hennes arbeidsmengde, og frigjør tid til å støtte elevene i klasserommet. Digitale læreverker peker seg ut som utløsende årsak til endringen av lærerens undervisningssyn. Det har også hatt en betydelig påvirkning på lærerens undervisningsstruktur. Differensiering ansees som en tidkrevende affære, dersom spesielle tiltak skal gjøres til alle elevene som enten opplever utfordringer, eller de som ikke opplever undervisningen som utfordrende nok. Dermed kan IKT anses som et tidsbesparende verktøy for læreren, som kan være en del av hennes grunn til å endre praksis.

Flere digitale hjelpemidler blir nevnt, som for eksempel opplæringsfilmer, i forbindelse med instruksjon av ulike emner. Pål gir uttrykk for at han allerede er i gang med digitale tiltak i undervisningen og bruker det på en slik måte at elevene har informasjon tilgjengelig på Itslearning. Pål gir et inntrykk av en personlig interesse for IKT, og tar det aktivt i bruk i sin matematikkundervisning. Jens beskriver verdien av en digital delingskultur når det gjelder undervisningsopplegg.

Jeg er blitt mye mer bevisst på å finne oppgaver på nett, å ha litt sånne type problemløsningsoppgaver, å ha litt sånn «tenke utenfor boksen»-oppgaver, og litt annerledes oppgaver, diskutere. Det bruker jeg mer nå enn hva jeg gjorde for fem og ti år siden. Men det blir litt som at du bygger deg opp en bank (...) Så prøver jeg og å følge med litt på type

facebook, så jeg er med på sånn «matematikkdidaktikk» (...) Ja delingskultur og så er det andre (Jens, 250-253 (...) 258-259 (...) 262-263).

Gjennom egne sider på Facebook kan lærere finne og dele sine opplegg med kollegaer. Jens gir uttrykk for at en delingskultur kan oppstå blant kollegaer. Effekten av en delingskultur som innehar et mer globalisert preg, gjør informasjon om undervisning mer tilgjengelig.

## 5.2 Teoretisk analyse av IKT sin påvirkning av undervisningen

Oppfatninger om matematikk og undervisning vil i denne delen bli tolket ut ifra det teoretiske rammeverket som er inkludert. Ernest (1989) sine tre kategorier om matematikksyn er instrumentelt, platonsk og matematikk som problemløsning. Oppfatninger om IKT sin påvirkning av undervisningen vil i denne delen trekkes opp mot Beswicks kategorier om oppfatninger.

### 5.2.1 Undervisning og IKT

I Beswicks (2012) figur er Van Zoest sine kategorier for oppfatninger om matematikkundervisning sentrale. Kategoriene er som følger: Innholdsfokusert med betoning på prestasjon, Innholdsfokusert med betoning på forståelse og Elevfokusert. Utsagn som tyder på de nevnte kategoriene, vil bli presentert i denne delen. Her vil jeg presentere undervisningsoppfatninger sammen med grad av teknologiintegrasjon. Sammen vil oppfatningene og erfaringer om IKT-bruk gi utdypende forståelse på oppfatninger knyttet til undervisning.

#### Innholdsfokusert med betoning på prestasjon

Marie viser til en skiftende oppfatning på undervisning. Hennes tidligere syn bar preg av korrekt føring og pugging på fremgangsmåter.

Tavleundervisning, vise en framgangsmåte, elevene skriver av i boken, så øver vi på det. Og veldig opptatt av føring. Kanskje den formelle biten rundt matematikken, da. 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 1 på eksamen (Marie, 27-31).

Et undervisningssyn som fokuserer på regler og prosedyrer vil bære preg av en innholdsfokusert tilnærming, men med et fokus på ytelse. Nå benytter hun seg mindre av tavlen og opplever selv at hun underviser mindre. Hun presenterer mål, gir oppdrag og deretter jobber elevene. Hun påpeker at dette synet har endret seg over tid og den nåværende praksisen bærer preg av en undervisning som er mer utforskende. En erfaring er at «gjennomsnittseleven» misliker oppgaver der løsning ikke er gitt og der de selv må velge

metode for å løse problemet. De ønsker en oppskrift som gjør det hele enklere å gjennomføre. IKT-bruken har økt i takt med hennes skiftende oppfatning av undervisning.

Hughes et al. (2006) beskriver tre ulike grader av teknologiintegrasjon i matematikkundervisningen. Den digitale teknologien kan erstatte, forsterke eller transformere tidligere praksis. Ut ifra hvordan lærere velger å innlemme teknologi i undervisningen kan det gi et inntrykk av hvilken oppfatning de har av IKT til matematiske formål. Pål nevner at han bruker SMART Board som et verktøy i undervisningen. Han trekker fram berøringsfunksjonene som nyttige, men poengterer at han hadde klart seg uten, så lenge han har en prosjektor. Et felles blikkfang er det Pål erfarer som nyttig og nødvendig for å undervise. Pål uttrykker også at han benytter seg av tavleundervisning når nye emner skal gjennomgås. Det kan innebære en forklaring med visuelle representasjoner som støtte til forklaringen. Det samsvarer med Hughes sitt første nivå, Erstatning. Dersom læreren kun illustrerer eksempler og forklaringer med visuelle representasjoner som presenteres av en prosjektor, så har det digitale verktøyet kun erstattet tavlebruken.

#### Innholdsfokusert med betoning på forståelse

Både Pål og Jens beskriver sin egen undervisning som «tradisjonell» til tider. De foretrekker å gjennomgå nye emner i plenum og støtte elevene ved å tilby utdypende forklaringer og eksempler. Jens er også opptatt av at elevene får stille spørsmål og diskutere med medelever underveis. Ved å la elevene diskutere matematikken med hverandre, åpner det muligheten for bedre forståelse av et problem, korrigerer av hverandres løsningsforslag og å bedre kunne forsvare sine ideer og forståelse (Yackel et al. referert i Van Zoest et al., 1994, s. 39).

Fordelene som nevnes her kommer av det sosialkonstruktivistiske perspektivet. Jens lar elevene snakke sammen og diskutere oppgavene de får utdelt. I Van Zoest et al. (1994) benytter de et skjema for å klassifisere oppfatningene mot praksisen. De klassifiserte lærerstudenter, som lot elevene jobbe med en løsning og diskutere løsningsforslaget med andre elever, til å ha en innholdsfokusert oppfatning med betoning på forståelse. Ifølge rammeverket presentert av Van Zoest et al. (1994) bærer Jens sine beskrivelser preg av både en læringsfokusert og en innholdsfokusert oppfatning med betoning på forståelse. Han foretrekker utforskende oppgaver fremfor oppgaver som er ferdig oppstilt og som kun skal pugges på. Pål er tydelig på at han underviser med vekt på forutsigbarhet og variasjon.

De digitale verktøy som benyttes for å diskutere og sammenligne løsningsforslag kan også kategoriseres under Hughes et al. (2006) nivå om forsterkning. Når et digitalt verktøy



oppleves som tidsbesparende kan det argumenteres for at det digitale forsterker effektiviteten i undervisningen.

En digital delingskultur er et eksempel på teknologiintegrasjon som foregår i lærerarbeidet, men som påvirker undervisningen. Bruken av en plattform som gjør det enkelt og effektivt å dele undervisningsopplegg kan føre til at læreren bruker mindre tid på planleggingen av undervisning. Jens benytter seg av slike nettsider, og er hovedsakelig positiv til effekten det har i hans klasserom. Deling av opplegg vil kunne foregå innad i en skole, men tilgjengeligheten ved å finne det på nett forsterker effekten i form av mindre arbeidsbelastende og mindre tidkrevende planlegging (Hughes et al., 2006). Det skiller seg fra Erstatning, på grunn av nytten Jens ser i å opparbeide en «bank» av undervisningsopplegg. Han kan fortsatt revidere og gjøre tilpasninger, men produktiviteten øker.

### Elevfokusert

Anna viser til en utforskende side til sin oppfatning av matematikk. I tillegg er hennes «drømmeklasserom» også preget av utforskning og utvikling i lag. Hennes bruk av begrepet «drømmeklasserom» indikerer at en slik undervisning er ønskelig, men ikke nødvendigvis oppnådd i nåværende praksis. Hun inkluderer også begreper som å forske fram, samarbeide og snakke matematikk. Dette vil i så fall sammenfalle med det sosiale ytterpunktet på Van Zoest et al. (1994) sitt rammeverk for sosialkonstruktivistisk læring. Hennes syn inneholder også elementer fra både læringsfokusert oppfatning med vektlegging på sosiale interaksjoner og innholdsfokusert med en vektlegging av begrepsforståelse.

Alle benytter seg av Campus Inkrement. Programmet i seg selv bidrar til forandringer av klasseromsrutiner. «Tradisjonell undervisning» begynner ofte med en oppstart som består av en forklaring av hvilket tema som skal bli gjennomgått. Prinsippet for omvendt undervisning innebærer at elevene allerede er innforstått med hva som skal læres (Lai & Hwang, 2016). Ine ser fordeler ved en slik tilnærming, ettersom det er mer utfordrende å få med seg alle i en «forelesning/felles gjennomgang». Hun var allerede innstilt på at lærerrollen innebar mer veiledning enn hun trodde, men Campus Inkrement har forsterket effekten av den rollen. Hun nevner også muligheten til repetering. Elevene kan starte og stoppe videoen i eget tempo, og kan repetere etter behov. Det tillater en type differensiering som gjør at elevene kan jobbe på ulike måter og nivå. Ved å legge til rette for undervisning som er preget av elevsentrert læring, vil det ha en transformerende effekt på hvordan undervisningen og læringen blir gjennomført.

Lærernes beskrivelser av dynamiske verktøy er alle konsistente med nivå tre, transformering. Spesielt Jens og Anna nevner sammenhenger mellom funksjoner og grafer. De påpeker betydningen av å kunne endre verdier for å få en helhetlig forståelse av konseptet. Marie forklarer hvordan hennes tidligere praksis var, til hvordan den er nå. Digitale læreverker peker seg ut som en avgjørende faktor til hvordan undervisningen har blitt påvirket. Her kan arbeidsmengde være en av årsakene til at IKT har blitt integrert i større grad. Marie oppdaget at de nivåtilpassede oppgavene som digitale læreverker kunne tilby, bidro til å frigjøre tid hun brukte på å lage egne opplegg.

### 5.2.2 Læring og IKT

Jens beskriver en situasjon der Excel ble brukt. Målet var at elevene skulle lære sannsynlighet med terningkast. I programmet satt de sammen summen av to terningkast. Deretter kopierte Jens kastene 6000 ganger og fikk opp hvor mange ganger hver sum vises. Da fikk de opp at to og tolv fremkom mest sjelden og sju kom oftest. Deretter lagde Jens og elevene diagram i programmet og fikk visualisert resultatene (gjengivelse av Jens, 229-238). Simuleringer som er gjort på denne måten illustrerer den praktiske nytten av digitale verktøy. Lærer og elev kan sammen utforske store datasett på relativt kort tid uten for mye anstrengelse. Det legger grunnlag for videre utforskning av tall og data som ikke er mulig uten bruk av digitale verktøy. Dermed kan måten Jens beskriver sin bruk samsvare med Hughes et al. (2006) sitt tredje nivå av teknologiintegrasjon, transformering. I lys av Pea (1987) sin teori om prosessfunksjoner som hjelper elever med å forstå og bruke ulike mentale aktiviteter ved matematisk tenkning, kan Excel i dette eksemplet regnes som en representational tool. Det digitale verktøyet tilbyr representasjoner på sammenhenger mellom tall og diagram.

Anna snakker om dynamiske verktøy og beskriver et eksempel på klassisk god bruk.

Det er en sånn klassisk god bruk av graftegner som hjelpemiddel, du skal sammenligne ulike grafer så tar du vekk hele den prosessen med at vi har fokuset på å tegne det, flotte punkter og tegne linjer og grafene sant, mens her er det bare inn med dem, så får du de opp. Så fokuset fremdeles ligger på analysen (Anna, 123-126).

Målet består i å oppnå en forståelse av grafer, men fokuset endrer seg. Elevene kan forstå egenskapene til grafen, uten å gå gjennom prosessen av å tegne det først. Målet forblir det samme, men veien dit annerledes. Redskapet blir en forsterker av den matematiske tankegangen. Slik hun oppfatter det vil elevene oppleve et fokus på analysen, fremfor tegning av punkter og koordinatsystem. Konsekvensen blir mer matematisk flyt, som samsvarer med Pea (1987) sin ide om Conceptual Fluency Tools. Med mulighetene som ligger til rette for utforskning i GeoGebra, samsvarer også eksemplet med Mathematical Exploration tools.

### 5.2.3 Oppfatning om Matematikkens natur

Under intervjuet ble alle lærerne spurt om hva matematikk var for dem. Hensikten her påpeke visse likhetstrekk eller forskjeller ved visse filosofiske syn på matematikkens natur. Marie beskriver de praktiske aspektene ved matematikk. Hun legger særlig vekt på betydningen av at elevene skal ha en grunnleggende tallforståelse og skal kunne beherske personlig økonomi. Hun trekker også eksempler til oppgaver som baserer seg på reelle kontekster. Til en viss grad bærer oppfatningene av matematikk preg av et instrumentalistisk syn. Ernest (1989) peker på et slikt syn, som innebærer regler og ferdigheter, blir brukt til et eksternt formål.

Jens, Ine og Pål uttrykker alle på ulike måter at matematikk er universelt. Jens og Ine påpeker også dette når det er snakk om flerspråklige elever. De ser på matematikken som allmenngyldig, med unntak av ulike tallsystemer (Ine). Ernest (1989) beskriver et platonsk syn på matematikk som innebærer en «global forståelse av matematikk som konstant, sammenkoblet og som en objektiv struktur» (s. 250, min oversettelse). Deres ytringer bærer preg av en slik tilnærming.

Både Jens og Anna gir uttrykk for en utforskende tilnærming til matematikken. Anna gir uttrykk for at elever som ikke har hengt seg opp i regler og prosedyrer som er lært på barneskolen, kan se matematikken på en annen måte. Hun trekker fram betydningen av å utforske matematikken for sin egen del, og ikke nødvendigvis bare for å løse et praktisk problem. Hennes syn bærer preg av en problemløsende oppfatning av matematikk. Matematikken ses ikke som et ferdig produkt, men heller en utspørrende prosess.

### 5.2.4 Oppsummering av IKT sin påvirkning av matematikkundervisningen

I datamaterialet finnes det tegn på alle tre nivåer som Ernest presenterer. En instrumentalistisk oppfatning av matematikk er kanskje minst fremtredende ettersom det hører til en mer tradisjonell måte å tenke matematikk på. Et platonsk syn virker rådende blant lærerne. Matematikken ses på som noe allmenngyldig og oppdages fremfor å skapes. Tegn til en oppfatning som vektlegger problemløsning nevnes og kan kobles til den utforskende holdningen som besittes av noen lærere. Uttalelser om undervisning viser i noen tilfeller konsistens med oppfatningen om matematikkens natur. Til tross for positive oppfatninger til IKT, anses fortsatt læring ved bruk av analoge teknologier som viktige. En balanse mellom bruk av digitale og analoge teknologier framstår som hensiktsmessig. Metodevalg blir gjort ut ifra emne og tiltenkt nytte. IKT integreres på ulike måter og den uttalte bruken kan sammenlignes med grunnleggende oppfatninger om matematikkens natur og undervisning.

### 5.3 Hva påvirker lærernes oppfatning?

Her vil jeg svare på følgende forskningsspørsmål: Hva påvirker lærernes oppfatning om IKT i matematikkundervisningen? Faktorer som påvirker oppfatningene, kan være mange og sammensatt. Jeg har strukturert delkapitlet i flere deler som omhandler teknologiutvikling, læreplan og lærerarbeid.

#### 5.3.1 Teknologiutvikling

Under intervjuene ble lærerne spurt om utfordringer knyttet til IKT i undervisningen. Først og fremst ble aspekter knyttet til utdatert utstyr, internetttilgang og trege pålogginger nevnt som tidligere utfordringer. Jens vegret seg for å bruke data i undervisningen før, på grunn av tiden det kunne ta. Pål har også opplevd problemer med tilkobling til internettet, og har dermed opplevd IKT som tidkrevende. På grunn av en økende IKT-satsing har lærerne mange positive erfaringer knyttet til digitale verktøy i undervisningen nå. På alle skolene har elevene hver sin Chromebook. Enkel tilgang og raske pålogginger fører til at minimal tid blir brukt på gjøremål som ikke er relevant for faget.

#### 5.3.2 Læreplan

Nedfelt i den nye læreplanen som implementeres i løpet av høsten 2020 vil lærerne måtte benytte seg av IKT på nye måter, spesielt med fokus på programmering. Under intervjuet fikk lærerne spørsmål om de følte seg rustet til å imøtekomme de kravene den nye læreplanen stiller. Alle svarte at de var klare og åpne for å lære de nødvendige ferdighetene for denne implementeringen. Ine la spesielt vekt på betydningen av forståelse og realistiske forventinger til lærerne i denne prosessen. På skolen hun jobbet på var det en klar overenstemmelse mellom ledelsen og lærerne at de skulle få prøve og feile.

Anna påpeker at mangelen på eksplisitte forklaringer av IKT-bruk i kompetansemålene kunne gjøre det mer utfordrende for lærere å ta i bruk de verktøyene de har tilgjengelig. Slik som Anna uttrykker det, stiller læreplanen krav til å «lese mellom linjene» (Anna, 299), og at det tolkende arbeidet av læreplanen har blitt mer utfordrende for lærere. Dersom eksplisitte forklaringer ikke lenger er til stede, slik som i LK06, krever det mer av lærerens matematikk- og IKT-kompetanse. Det virker ikke som om Anna opplever dette som en overveldende hindring. Marie mener selv at hun ikke er rustet til å imøtekomme det økende IKT kravet, spesielt med tanke på programmering. Dersom hun får mulighet til å delta på kurs, tenker hun at det er overkommelig. Både Jens og Ine trekker frem betydningen av å gå på kurs for å

bedre sin egen IKT-kompetanse. Ine beskriver tiltak som er gjort ved hennes skole, der flere lærere har blitt sent på programmeringskurs. Jens beskriver betydningen et GeoGebra-kurs har hatt for hans nåværende IKT-praksis.

Læreplanen står som en grunnpilar i norsk skole og undervisning. Lærerne er pliktige å planlegge undervisningen ut ifra føringer i læreplanen. Deres metodefrihet gjør at tolkningen av læreplanen endres fra klasserom til klasserom. Med utgangspunkt for Annas refleksjoner kan tolkningen medbringe noen utfordringer for utøvelsen av IKT i norske klasserom.

Læreplanen kan ses som en styrende påvirkning på læreres IKT-bruk i undervisningen. Samtidig framstår tilgang på kurs i diverse digitale programmer som essensielt for utøvelsen og ferdighetene som læreren opparbeider.

Muligheten IKT tilbyr undervisningen, kan også bidra til å påvirke oppfatningene om IKT. Lærerne beskriver visse funksjoner og muligheter som de anser som nyttige til ulike formål. I noen tilfeller vil effekter ved IKT bidra til å støtte elevenes læring. Andre positive effekter bidrar til å redusere arbeidsmengde og tid. Jevnt over er deres betraktninger positive, eller så har de endret seg til å bli positive. I tillegg til at utstyret er blitt oppdatert, blir også programmene og digitale verktøy forbedret over tid.

Ine mener at IKT bør vektlegges i større grad ettersom elever benytter seg av programmer og apper uten en tilstrekkelig forståelse av hvordan en slik app blir til, hvem som står bak, og at det er nødvendig for nåværende og fremtidige elever å tilegne seg kritisk IKT-bruk. IKT strekker seg lengre enn de praktiske sidene ved bruken.

### 5.3.3 Interesse for IKT og pedagogiske formål som påvirkning

For å finne ut av hvilke påvirkninger av oppfatninger som var fremtredende, ble IKT-interesse ansett som aktuelt. Anna, Pål og Jens anser sin egen IKT-interesse til å være over middels. Jens vektlegger at han tidligere var interessert i IKT for sin egen del, men har beveget seg bort fra det synet. Han benytter kun IKT der han syntes det er hensiktsmessig. Samtidig øker han bruken nå, med tanke på tilgjengeligheten som Chromebooks og et raskt nettverk tilbyr. Jens ser verdien av ny digital teknologi for sin undervisning. Likevel har han begrenset med undervisningstid i løpet av et skoleår. Selv om Jens kan oppfatte digitale verktøy som et nyttig middel for å legge til rette for en forståelse i faget, så vil andre tilnærminger bli brukt dersom det blir for tidkrevende. Effektiviteten som det digitale tilbyr, peker seg ut som en sentral faktor som påvirker en økende eller minkende IKT-bruk i undervisningen. Anna beskriver sin interesse med stor entusiasme. Hun trekker fram interessen med fokus på verktøysfronten.

Dynamiske geometriprogram og programmering er digitale verktøy som hun ser på med optimisme for elevenes matematiske forståelse. Marie beskriver sin interesse til å være under middels. Under intervjuet nevner hun at hun ikke hadde hatt en PC i husholdet, dersom ikke samboeren hadde en. Samtidig viser hun til en økende interesse etter et økende krav om bruk. Utstyr og tilgjengelighet kan også være årsaker til at IKT-bruken fremstår som mer innbydende. Hun trekker fram læreplan, kollegaer og digitale eksamenskrav som «pushet» henne til å benytte IKT mer i undervisningen. Et ytre press har ført til at hun benytter seg mer av verktøyet, som har ført til at hun ser verdien og fordelene ved å bruke det.

## 5.4 Teoretisk forståelse av påvirkninger av oppfatninger

Visse muligheter og begrensninger som lærerne oppfattet, ble beskrevet ut ifra de erfaringene lærerne hadde gjort seg. Videre vil jeg undersøke hvordan muligheter og begrensninger som presenteres i et gitt miljø vil kunne prege individets oppfatning av nytteverdien til digitale teknologier. Miljøet vil dreie seg om læreren og hvilke faktorer som preger oppfatningene og praksisen til vedkommende. Derfor vil jeg se på hvilke affordanser som peker seg ut og hvordan disse bidrar til å svare på forskningsspørsmålet: Hva påvirker lærernes oppfatning om IKT i matematikkundervisningen?

### 5.4.1 Affordanser

Affordanser er de mulighetene til handling som fremstår i et miljø. Med digitale verktøy og de ressursene som finnes i klasserom har læreren et sett av handlingsmuligheter som kan bidra til å støtte elevens læring. Chromebooks tilbyr brukeren et sett av affordanser. Ved at elevene har hver sin skjerm har de mulighet til å lese, se og høre på det programmet som PC-en tilbyr. De produktive affordansene betegnes som blant annet muligheten til å skrive, tegne, snakke og ta opp lyd. Analoge teknologier tilbyr noen av disse mulighetene. IKT tilbyr flere av de produktive affordansene som kan øke lærernes handlingsrom. Jens uttrykker at han benyttet seg mer av IKT før, «fordi det hadde en verdi i seg selv» (Jens, 101-102). Nå bruker han der han anser det som nyttig. I et eksempel nevner han følgende:

Nå holder de på med økonomi og så har de et sånt langt ark der de, altså det er jo ikke noe regning, det er bare sånn, finne ut. Da så vi litt filmer først og så har de og søkt litt på nettet og prøvd å svare på en hel haug med spørsmål da, rundt økonomi, som for eksempel: «hva er rente? hva er fordelene med et serielån i forhold til et annuitetslån?» osv., «hvor mye penger får du av lånekassen hvert år?» og «hvor mange prosenter de er i stipend». Sånne ting som det. «Hva er BSU?», og det, det 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, altså jeg klikker inn, klikker på navnet deres, så kan jeg se hvor langt de har kommet og hva de har gjort (Jens, 113-121).

I eksemplet benytter elevene internett til å søke etter svar. Målet er å forstå sider ved samfunnsøkonomi og personlig økonomi. Det digitale tilbyr i dette tilfelle en statisk affordanse som gir mulighet til å se på videoer og nettsider som tilbyr svarene de søker etter. Bower (2008) betegner navigasjons-affordanser der muligheten til å bla gjennom eller se rundt, kategoriseres som en statisk affordans. Det er også et element av informasjonsdeling i eksemplet. Jens får se elevenes svar i det digitale arket, og kan se hva hver enkelt svarer ved få tastetrykk. Elevenes svar blir organisert på en enkel og oversiktlig måte.

Anna nevner en videofunksjon som gjør at elevene har mulighet til å forklare løsningsforslag for lærer og hverandre.

Du kan ha en flipgrid<sup>5</sup> også skal de forklare noe, også få tilbakemelding på det (Anna, 359-360).

Målet for dette vil være å få elevene til å resonnerer og forklare sine løsningsstrategier for andre. I situasjoner der elevene ikke er i samme rom vil dette gi dem muligheten til å kommunisere på avstand. Å kunne produsere en video anses av Bower (2008) som en produktiv affordanse, og tillater deling og samarbeid på nye måter. Flere av funksjonene som de digitale programmene tilbyr kan bidra til å påvirke lærerens oppfatning av verktøyet. I flere tilfeller ble de visuelle mulighetene ved IKT lagt fram som positive støtter for elevene.

GeoGebra har blitt nevnt som et hyppig brukt program. Både Jens og Anna trekker fram glidere som en nyttig funksjon for å forstå sammenhenger i matematikk. Jens eksemplifiserer ved bruk av andregradsfunksjonen  $Y = ax^2 + bx + c$  og poengterer hvordan grafen endrer seg når a, b og c endres. Anna fremhever muligheten til å manipulere grafen ved den dynamiske visualiseringen.

Men den dynamiske visualiseringen, å kunne sammenligne da på ulike nivå, ja for eksempel i GeoGebra, det at du kan trekke og endre og sånn, den dynamikken får du jo ikke uten (Anna, 196-198)

De dynamiske mulighetene som Jens og Anna presenterer peker seg ut som betydningsfulle til å bidra til elevenes læring. Den dynamiske interaktiviteten kan ses på som en affordanse som lærerne anser som vesentlig. Funksjonen til hvert av leddene i andregradsuttrykket til Jens påvirker den tilhørende grafens utseende. Forståelsen om hvordan endring av a, b eller c påvirker grafen, gjøres tydelig ved å benytte glidere i GeoGebra for å se hvilket utfall endringen har på grafen. Skjermen bidrar til å gjøre det som er implisitt til å bli eksplisitt (Noss & Hoyles, 1996). I arbeid med funksjoner og grafer ser Anna muligheten til å «trekke

---

<sup>5</sup> Flipgrid is a website that allows teachers to create "grids" to facilitate video discussions. (commonsense.org)

og endre» som effektivt for forståelsen av det emnet. Bower (2008) beskriver denne som mulige handlinger som det digitale tilbyr og kaller det *Rezise-ability* eller *Move-ability*.

Ine nevner også flere fordeler ved GeoGebra som kan hjelpe elevene til å se sammenhenger. Likevel er hun skeptisk til å erstatte konstruksjon der passer og linjal ble brukt, med utelukkende GeoGebra-bruk. Her tolker jeg Ine sin oppfatning av IKT til å bære preg av ulike nyanser. Hun ser fordelene ved dynamiske geometriprogram, men opplever at variasjon mellom arbeidsmetoder er vel så viktig når det kommer til å opparbeide en helhetlig forståelse. Den taktile inputen som en passer tilbyr anses som en betydningsfull affordanse for elevers læring. Olive et al. (2010) presiserer at læring kan innebære overganger mellom bruk av digitale og analoge teknologier.

Pål nevnte også et lignende eksempel der elevene fikk jobbe med regulære mangekanter i GeoGebra. Da elevene fikk sette inn mange punkter, oppdaget de at polygonen begynte å ligne på en sirkel. Pål gikk ikke i detaljer om hva som skjedde videre. Slike oppdagelser blir mulige med digitale geometriprogram. Pål kunne hatt elevene til å tegne mangekanter med passer og linjal, men i praksis vil ikke det skje ettersom det tar for lang tid å gjennomføre. I tillegg kan oppgaven oppleves som kjedelig for elevene. Hastigheten ved å illustrere denne likheten ved få tastetrykk gjør det mulig for elevene å erfare likheten. Denne erfaringen kan læreren ta tak i og gjøre det mulig å forklare forholdet mellom sirkler og mangekanter. Det kan beskrives som en erfaringsdannende affordanse, som blir fremtredende når dynamiske geometriprogram benyttes. Affordansen er ikke direkte beskrevet i tidligere forskning jeg har funnet.

Flere nevner Kikora som et verktøy de benytter seg av i undervisningen. Elevene får jobbe med hver sin enhet og skal svare på oppgaver de får utgitt. Når elevene avgir et svar, får de vite om svaret er korrekt eller ikke. Pål sier følgende om denne type funksjon:

Elevene er generelt motivert for det med umiddelbar respons på ting (...) I hjemmelekser kan jeg se hvem som har valgt hvilke oppgaver og hvilke oppgaver de har brukt mye tid på, sånn sett er det veldig tidsbesparende (Pål, 73, 76-78).

Funksjonen oppleves som en affordanse som gjør det mulig å gi flere elever respons på mindre tid. Det støtter læreren i det administrative på den måten at det gir et oversiktlig bilde på hva elevene har gjort i hjemmelekse. Pål får innblikk i hva elevene har svart, men også hvordan de har svart på det og hvor lang tid de har brukt på oppgaven. Det kan bidra til mer flyt i interaksjonen mellom lærer og elev. En slik tilgjengelighet på besvarelser og tilleggsinformasjon kategoriserer Bower (2008) som *accessability* under *temporal affordanse*.



Tiden det tar å vurdere eller diagnostisere elevsvar kan bli mer effektivt, men Pål har også mulighet til å disponere tiden på arbeidet på andre måter. Tilbakemeldingen programmet tilbyr gjør også at elevene blir mer selvstendige, ettersom de ikke er avhengig av læreren for å verifisere om besvarelsen er riktig utført. Det tidsbesparende aspektet ved IKT blir i dette tilfelle oppfattet som en positiv støtte til elevenes læring og forståelse. Dersom Pål opplever at elevene blir motivert av responsen, kan det bidra til å se en positiv effekt ved læremiddelet.

Maries oppdagelse av digitale læreverker kan også være et eksempel på hvordan hun oppfatter digitale verktøy og læremiddel. I utdraget beskrives følgende:

Etter at vi begynte å bruke digitale læreverker så har jeg jo sett det at det gir noen helt sånne fantastiske muligheter til å differensiere. Og det er jo så mye gøyere. Fordi at, uten at jeg bruker masse tid på å forberede min undervisning, så har jeg et læreverker som er tilpasset de svakeste og de sterkeste, som gir utfordringer på ditt nivå, der du som elev kan gå inn og så finne ut hva du mestrer og ikke mestrer, og litt den der unike greien med å få øyeblikkelig tilbakemelding fra elevene (Marie, 31-36).

Endringen i oppfatningen kan også tyde på at oppfatningene knyttet til IKT var perifere (Green, referert i Thompson, 1992). Hun hadde ikke nødvendigvis en negativ holdning til IKT, men derimot en mer likegyldig oppfatning. Hennes erfaring med IKT har bidratt til å endre oppfatningene hun har om IKT sin effektivitet i klasserommet. Green (referert i Philipp, 2007, s. 277) peker på at oppfatninger som bygger på evidens og erfaring. Disse oppfatningene vil i større grad være åpne for endring ved refleksjon. Marie har erfart en effekt på hvordan hun selv oppnår mer flyt i arbeidshverdagen, samtidig som at hun ser effekten av differensieringsmulighetene har på elevene. Når hun har fått en ny eller endret oppfatning vil den dermed bli en del av hennes totale oppfatningssystem eller subjektive kunnskap (Furinghetti & Pehkonen, 2002). Ifølge Guskey (1986) var elevenes læring motivasjonen til at lærere endret oppfatning til en ny instruksjonsmetode. I dette tilfelle utgjør en effektiv tilnærming til differensiering en forandring i oppfatningen til digitale læreverker.

Kikora nevnes av samtlige. Flere lærere beskriver hvordan programmet utmerker seg til retting og vurdering av elevers arbeid. Et tidsbesparende aspekt ved programmet fører til et hyppigere bruk. Nivådifferensiering peker seg også ut som en affordanse ved programmet som bidrar til å lette på arbeidsmengden til læreren. Marie nevner at tiden hun sparer på å utvikle nivåtilpassede oppgaver kan brukes på andre ting. Det påvirker også undervisningen i form av mer selvstendighet fra elevenes side. Lærerne uttrykker at elevene selv kan velge et nivå som de selv føler at de mestrer. Her kan visse utfordringer oppstå. Dersom elevene selv har mulighet til å velge sine oppgaver, kan de velge noe som er for utfordrende eller for

enkelt. Pål er klar over dette og nevner at han sammen med elevene velger hvilke oppgaver som er av passende vanskelighetsgrad.

#### 5.4.2 Constraints

Ved bruk av IKT i klasserommet er det visse begrensninger som framstår. De fysiske begrensningene kan presenteres som manglende internetttilgang eller tilgjengelig utstyr. Det som framstår i alle intervjuene, er at alle elevene har fått bærbare Chromebooks. Det kommer av tiltakene Bergen kommune har gjort for å digitalisere klasserommene. Dette viser til en stor endring med tanke på hvordan tilgang på digitale verktøy var før tiltaket. For lærerne som ble intervjuet var utstyret på plass, men internetttilgangen kunne variere. Pål og Jens nevnte at bruken av IKT ikke var tidsbesparende dersom man opplevde problemer med nettilgangen. Begrensninger kan både muliggjøre og hemme visse handlinger i et miljø. I dette tilfelle kan lærernes oppfatning av IKT preges negativt på grunn av manglende tilgang og mulig frustrasjon. Andre hemmende begrensninger kan ligge i tiden læreren har til rådighet. Marie nevner følgende «tidstyver» som påvirker hennes undervisning:

Jeg må sette av tid til at vi henter PC-er og at vi leverer de tilbake igjen i skapet, pluss at nettet er dårlig og tar tid å starte opp (Marie, 206-207).

IKT vil i visse tilfeller medføre ulemper for tiden hun disponerer i klasserommet.

Læreplanen kan også betraktes som en *begrensning* for digital virksomhet i undervisningen. I dette tilfelle presenteres ikke læreplanen som en hemmende faktor, men heller en forskrift som legger føringer for hvilke kunnskaper, ferdigheter og egenskaper som skal læres. En begrensning kan både hindre og legge til rette for handling. Som tidligere nevnt hadde Anna en oppfatning om at læreplanen måtte tolkes med tanke på IKT-bruk. Kompetansemålene måtte bli sett ut ifra kjerneelementene og de grunnleggende ferdighetene. Villkår og forhold ved læreplanen, veileder og legger til rette for lærernes handling. Hvordan det blir oppfattet og tolket, kan være avgjørende for undervisningens praksis. Selv påpeker hun at IKT-interessen er over gjennomsnittet, og at et økende IKT-krav ikke er en uoverkommelig hindring. Det kan tilsa at hennes erfaring med IKT kan ha en betydning for hennes oppfatning av den.

#### 5.4.3 Ferdighet

På spørreundersøkelsen var Anna «nokså enig» i påstanden om tilstrekkelig kompetanse for å bruke digitale verktøy i undervisningen. Selv om en affordanse for en handling er til stede er det ikke gitt at handlingen vil finne sted (Brown et al., 2004). Samtidig kreves det også

ferdighet innenfor matematisk kompetanse. Kombinert kan ferdighet og kunnskap om IKT og matematikk bidra til å se flere muligheter ved pedagogisk virksomhet. Annas egen interesse for IKT kan dermed ha en påvirkning på hennes oppfatning av IKT til matematikkfaglige formål. Marie var den eneste læreren som anså sin IKT-interesse til å være under gjennomsnittlig. Hun beskriver det slik:

Syntes ikke det er veldig spennende, har aldri vært noe særlig glad i å sitte foran en skjerm, det er heller ikke den måten jeg lærer best på (Marie, 114-115).

Utsagnet tyder på at hun personlig ikke opplever et engasjement til IKT. På spørreskjemaet var hun «nokså uenig» når det gjaldt følgende påstand: «Jeg har tilstrekkelig kompetanse for å bruke digitale verktøy i undervisningen min» (Spørreskjema pkt. 4). Samtidig påpeker hun at hun ser verdien i det til faglig bruk. Dersom hun selv opplever å beherske IKT under gjennomsnittet kan det begrense mulighetene hun selv ser i de digitale verktøy til matematikkfaglige formål.

#### 5.4.4 Oppsummering

Lærernes utsagn har i denne delen blitt analysert og tolket ut ifra et affordanseperspektiv. Flere typer affordanser har blitt identifisert ved bruk av Bower (2008) sine beskrivelser av utdanningsaffordanser. Lærernes beskrivelser av digitale verktøy og læremiddel kan vise til de funksjonene som lærerne anser som hensiktsmessige for en gitt oppgave. Begrensningene ved lærerens miljø kan både hemme og legge til rette for hvordan IKT nyttes. Ferdighet i IKT presenteres som en faktor som kan antyde hvilke muligheter som oppfattes av læreren. Utstyr, læreplan og ferdighet har blitt benyttet for å vurdere de faktorer som påvirker oppfatningene til IKT.

### 5.5 Muligheter for resonnering og flerspråklige

Tidligere er oppfatninger om hvordan IKT påvirker undervisningen blitt presentert. Faktorer ved lærernes profesjonelle miljø som kan påvirke oppfatninger om IKT er også tatt i betraktning. Avslutningsvis vil jeg ta for meg det siste forskningsspørsmålet: Hvilke muligheter oppfatter lærere ved bruk av IKT for flerspråklige elever og matematisk argumentasjon og resonnering? Analysen vil inkludere erfaringer, eksempler og utsagn som peker på de mulighetene som fremstår.

#### 5.5.1 Resonnering og argumentasjon

Bruken av analoge og digitale teknologier kan åpne for ulik pedagogisk praksis. Utvalget av informanter hadde ulikt forhold til IKT, som hadde en innvirkning på måten de underviste i

matematikk. Under presenterer jeg mulighetene til resonnering som pekte seg ut blant informantenes svar.

Lærerne fikk spørsmål om hvilke muligheter de anså som nyttige ved IKT for argumentasjon. Visse programmer var mer fremtredende blant lærerne. Dynamiske geometriprogram nevnes av samtlige. Gjennom samtaler og diskusjon om egenskaper ved figurer, endring av algebraiske uttrykk, funksjoner og konstruksjon har lærerne en oppfatning av at verktøyet kan benyttes for å støtte matematikksamtaler i klasserommet. Bruk av video nevnes også som en digital støtte for resonnering og argumentasjon i undervisningen. Anna trekker spesifikt frem FlipGrid som et redskap som kan legge til rette for kommunikasjon av matematisk art. Programmet vil kategoriseres under digitalt hjelpemiddel. Elevene kan se hverandres besvarelser og kan se det i eget tempo ved å pause og spole fram og tilbake. Programmering nevnes også, men lærerne uttrykker kun hvordan de tror dette vil påvirke undervisningen og læringen. Som nevnt, implementeres programmering gradvis i skolen. Ikke alle lærerne hadde erfaring med programmering. Dette kan ha sammenheng med at Fagfornyelsen først blir offisiell høsten 2020. Anna og Ine henviste til noen eksempler der det ble brukt. Anna spesifiserte at programmering i noen grad kunne støtte elevers forståelse i matematikk på en annen måte enn en muntlig forklaring fra en lærer. Ine var i startfasen av å benytte droner og botter i programmering. Campus Inkrement var også et program som ble nevnt for å øke argumentasjonen i klassen. En funksjon som het diskusjonsoppgaver gjorde det mulig for lærerne å samle besvarelser og presentere ulike løsningsforslag i plenum.

Pål trakk også fram et eksempel der han benyttet seg av SMART Board. Han presenterte et rektangel som kunne manipuleres. Han trakk i det ene hjørnet slik at rektangelet ble lengre. Elevene fikk diskutere kriteriene for rektangel og måtte diskutere i lag for å vurdere hvorvidt det fortsatt var et rektangel. Pål trakk hjørnet inn igjen til det punktet der det ble et kvadrat. Elevene fikk diskutere på ny. Elevene jobbet samtidig med sine egne PC-er. Videre skulle de lage et rom og sammen komme fram til hvilke sider som var like store. Til slutt kom de fram til et prisme og kunne sammen se hvordan volumet endret seg da de endret lengden, bredden og høyden. Pål presiserte at de beste diskusjonene kom ved rektangel knyttet til kvadrat. Funksjonene i SMART Board peker seg ut som en viktig støtte for å la elevene se sammenhengen mellom et rektangel og et kvadrat.

## Språk

Et matematisk språk blir bragt opp som betydningsfullt for forståelse og resonnering. Lærerne anser korrekt og presist matematisk språk som et fundament for å uttrykke sin forståelse for andre. Anna skiller mellom et hverdagslig språk og et matematisk språk. Marie er spesielt bevisst på sin begrepsbruk i klasserommet for å tydeliggjøre korrekt bruk for sine elever. Beskrivelser av hvordan digitale verktøy brukes, gir en indikasjon på hvordan kommunikasjon tar form på andre måter.

Betraktninger rundt muntlig og skriftlig argumentasjon ble drøftet under intervjuet. Jens påpeker at en bør argumentere muntlig før man gjør det skriftlig. Det kan tolkes som at samtaler om problemer og løsningsforslag bør initieres i møte med nye matematiske fenomen.

### 5.5.2 IKT og flerspråklige elever

Alle trekker frem oversetter som et nyttig verktøy i møte med elever med begrenset norskforståelse. Eksemplene fra lærerne om flerspråklige elever kan deles i to kategorier. Den ene gjelder elever med begrenset språkbeherskelse i norsk som behersker matematikk i stor grad. Den andre handler om elever med begrenset språkbeherskelse i norsk, og som også behersker matematikk i liten grad. Jens bruker Google Translate mye. Han trekker frem et eksempel med en elev som var høyt presterende i matematikk, men som ikke snakket norsk. I dette tilfelle kan det digitale oppfattes mer som et hjelpemiddel, fremfor et verktøy som direkte bidrar til økt forståelse. Begrepsark som ble funnet på nett, ble også trukket fram som nyttige midler til å støtte de flerspråklige elevene.

I tilfeller der elever kommer nye inn fra andre land, uttrykker noen av lærerne usikkerhet om hvordan matematikkundervisningen har foregått før de kom til den norske skolen. Dersom elevene har «hull» i sin matematiske forståelse ses begrenset norsk språkbeherskelse som en tilleggsutfordring. En mulighet som løftes fram ved IKT er at digitale verktøy og læremiddel kan stilles inn på elevenes morsmål. Dermed har lærerne mulighet til å forklare framgangsmåter i plenum på en måte som alle forstår.

## 5.6 Muligheter i undervisning

Det siste forskningsspørsmålet tar for seg de mulighetene lærerne ser ved de digitale verktøy for resonnering og flerspråklighet. Affordanser vil fortsatt trekkes fram i form av mulighetene som oppfattes ved digitale verktøy og læremiddel. Noss og Hoyles (1996) belyser aspekter

som gjør seg gjeldene i interaksjonen mellom digital enhet og elev. Bruken av språk i undervisningen løftes frem av lærerne og diskuteres senere i kapittelet.

### 5.6.1 Muligheter til argumentasjon

Pål trakk fram et eksempel der SMART Board ble brukt til å utforske egenskaper ved rektangel. Han benyttet seg av muligheten til å trekke i hjørnet på figuren i programmet SmartNote. Ved at han gjorde det endret både areal og omkrets seg. Hensikten med øvelsen var å forstå egenskapene og kriteriene til hva et rektangel var. Når Pål «strakk» rektangelet ut, slik at den ble lang, spurte han elevene om det fortsatt var et rektangel. På samme måte trakk han det inn igjen til det lignet et kvadrat og spurte igjen om det fortsatt var et rektangel. Ifølge han selv bidro funksjonen og spørsmålene til engasjerte matematikksamtaler og argumentasjon. De dynamiske funksjonene som et SMART Board tilbyr gjør det mulig å forstå invariante kriterier gjennom endring av parametere som varierer (Olive et al., 2010).

Ine nevnte en funksjon i Campus Inkrement som bidro til elevenes argumentasjon og diskusjon.

Ja, også er det jo for eksempel det med campus inkrement. Der har de noe som heter diskusjonsoppgaver. Da er det sånn at vi får opp en oppgave, og så kan elevene skrive inn svarene sine, også får dataprogrammet til å samle besvarelsene. Så ser de hvor mange som har svart det, og hvor mange som har svart det, og hvor mange som har svart det, så blir det ikke sånn at jeg ser at du, tilfeldig navn, Per har svart dette og du Pål har svart dette. Du har riktig Per du har feil Pål, men da spør vi heller «hvordan kan man ha kommet frem til dette svaret?» her ser jeg at de færreste har svart dette, hvorfor har ikke flere svart dette, istedenfor hva er riktig? Ferdig. Men heller hvordan kan man ha tenkt (Ine, 405-412).

Ine beskriver her hvordan hun jobber for å skape diskusjon i klasserommet. Ved å kun fortelle hva som er rett eller galt, stopper hun alle utdypende tankeprosesser hos elevene. Ved å stille spørsmål ved hvordan elevene har tenkt, gir hun elevene selv mulighet til å reflektere over svaret de har avgitt. For å utvikle elevenes resonneringskompetanse vil det være mer hensiktsmessig å spørre tilbake, og gi elevene mulighet til å utdype og begrunne sitt svar. Ved at læreren bruker denne funksjonen åpner hun opp klasserommet slik at det blir en flytende dialog mellom flere parter. I tillegg er svarene anonymiserte. Det kan bidra til å diskutere mulige løsningsforslag uten risikoen for å dumme seg ut. Muligheten som presenteres ved «diskusjonsoppgaver» kan utdypes med å påpeke de affordansene som Ine ser i det digitale læremiddelet. I dette tilfellet er samtale, diskusjon og resonnering ønskelig for å forstå det matematiske emnet. Muligheten for elevene til å skrive inn et løsningsforslag på egen enhet, kombinert med muligheten til å se forslaget vist på prosjektoren, bidrar til å formidle svaret til

hele klassen. Mulighetene er det Bower (2008) beskriver som Write-ability og View-ability. De betegnes som media-affordanser, og kan være både statiske og produktive.

Jens beskriver konstruktiv GeoGebra-bruk for å få en grunnleggende forståelse for funksjoner og grafer.

Ja, det er jo forståelse helt klart. For da er det som at «å ja nå skjønner jeg det» endre på stigningstallet med konstantleddet så krysser den grafen i y-aksen på samme sted uansett og endrer du bare på konstantleddet og stigningstallet er det samme, så er grafen like bratt, det bare endrer seg hvor den krysser y-aksen. Det forstår du mye enklere ved å sitte å se på det helt klart å prøve deg litt mer fram og tilbake. Det er superenkelt å lage en sånn glider du bare skriver  $y=ax+b$  så kommer det opp av seg selv, så endrer de på gliderne (Jens, 368-373).

Eksemplet han beskriver kan føre til at elevene abstraherer kunnskapen i en situert setting (Noss & Hoyles, 1996). Slik jeg ser det kan forestillingen om webbing ses på som aktuell i denne situasjonen. De mentale strukturene som eleven rekonstruerer støttes av de digitale funksjonene som GeoGebra tilbyr. De kan bidra til å gi ny forståelse om funksjoner og grafer. Han beskriver en prosess som blir enklere. Ved å enklere kunne se sammenhenger blir det mindre tidkrevende, krever mindre arbeid å forstå og en må ikke gå igjennom så mange operasjoner for å opparbeide en konseptuell forståelse. Funksjoner og grafer er et eget emne innenfor matematikken. Forståelsen beskrives som noe som blir lettere opparbeidet av elevene ved bruk av funksjonene GeoGebra tilbyr.

## Språk

Flere lærere nevner et språk som betydningsfullt for å kommunisere, men også forstå matematikk. Språket anses som grunnlaget for oppbygning av matematisk argumentasjon.

Så rett og slett ved å kunne bruke et matematisk språk når man snakker om matematikk så vil jeg si at man allerede er inne på det at man argumenterer (Marie, 271-273).

Et matematisk språk ses på som et nødvendig kriterium for å resonnere og argumentere i matematikk. Marie er tydelig på hvordan hun bruker presise matematiske begreper for at elevene skal bli vant med å bruke språket selv. Dette er noe Marie og hennes kollegaer anser som en nyttig strategi. Ved at de er presise og nøye med begrepsbruk, tenker de at elevene også vil lære å ta i bruk det samme språket. Noss og Hoyles (1996) påstår at et matematisk språk kan være hensiktsmessig til å uttrykke matematiske ideer og konsepter, men kan være mindre egnet til kommunikasjon. Motsetningen til et matematisk språk kan være et dagligdags språk. Hensikten med et slikt språk kan være optimalt til hverdagslig kommunikasjon, men vil være ufullstendig i en matematisk kontekst. Dette poengteres også av Anna:

Matematikken i seg selv er et eget språk og jeg tenker det at språk er viktig for argumentasjonen ellers så blir det mye vas (Anna, 335-336).

Noss og Hoyles (1996) presiserer at bruk av PC og spesielle programvarer kan introdusere et eget språk. Eleven kan utrykke sin forståelse ved bruk av programmet og læreren kan få et inntrykk av elevens forståelse via det medierende artefaktet. Sammen kan lærer og elev forandre og restrukturere egen forståelse med de mulighetene det digitale verktøyet tilbyr. Programmet i PC-en tilbyr et eget språk som både kan være nøyaktig og tilby effektiv kommunikasjon. Marie ga ikke uttrykk for at et språk kunne utvikles ved bruk av digital teknologi.

Jeg vet ikke om digitale verktøy er veldig viktig for den samtalen da. Det som er fordelen med de digitale verktøy, er jo det vi allerede har snakket om. Det som er styrken som er det å jobbe digitalt (Marie, 322-324).

Oppfatningen av hvilken rolle IKT har er ulik den Noss og Hoyles (1996) presenterer. Koblingen mellom muntlig resonnering og forståelse gjennom arbeid med digitale verktøy er uklar. Samtidig kommer det fram eksempler på et eget språk i eksemplene der GeoGebra brukes. Lærerne nevner begreper som å trekke, dra og utvide ofl. Ord og begreper brukes i en ny setting som gir mening for hvordan en oppgave skal løses eller et fenomen utforskes. Et språk kan formidles både muntlig og skriftlig. Lærerne trakk fram flere betraktninger om hvordan argumentasjon kunne foregå.

Det er viktig å argumentere muntlig før man gjør det skriftlig (Jens, 345-346).

Jeg har et veldig fokus på muntlig matematikk, veldig på begrepsforståelse (Marie, 52-53).

Jeg er glad så lenge elever klarer å formulere seg muntlig, hvordan de har tenkt (Ine, 382-383).

Det å argumentere å ha språk, det å bygge opp et språk for å beskrive «hva er det jeg, hvordan kan jeg angripe dette, hvordan har jeg tenkt» altså resonnementet sitt. Både skriftlig og muntlig (Anna, 315-317).

Ifølge Piaget (referert i Imsen, 2014, s. 167) spiller språket en underliggende rolle i den intellektuelle utviklingen. Et ønske om muntlig uttrykkelse av matematisk resonnering er fremtredende blant lærerne. Tidligere nevnte eksempler fra Anna og Jens om bruk av videoer, indikerer tilsvarende oppfatninger om hvordan de vil bruke IKT for muntlig matematisk argumentasjon.

### 5.6.2 IKT for flerspråklige elever

Alle lærerne i studien har ifølge spørreundersøkelsen overveiende norskspråklige elever i sine klasser. Lærerne har eller hadde tidligere hatt elever med minoritetsspråklig bakgrunn og kunne tilby eksempler der IKT var brukt i en undervisningssituasjon. Som tidligere nevnt var mulighetene for oversetting det som ble ansett som mest nyttig for flerspråklige elever i



undervisningen. Google Translate ble brukt for å oversette lengre problemformuleringer eller enkeltord. Oversetting ble også sett på som en mulighet i de digitale verktøy og læremiddel som Kikora, Excel, GeoGebra, ofl.

### Visualisering og representasjoner

Pål trekker fram mulighetene ved visualisering for flerspråklige elever. Marie nevner at styrken ved det digitale er at det er visuelt. Hun beskriver også en situasjon der hun hører på sine elever når de diskuterer matematikk på engelsk, siden det var flere språk representert i gruppen. Hun ble imponert over ordforrådet elevene viste da de argumenterte på sitt andrespråk. I tilfeller der elevene ikke husket det engelske begrepet kunne de si det på norsk og peke på et bilde, som for eksempel trekant. Det viser verdien av den implisitte forståelsen som en visualisering kan medføre. Når ord og begreper blir vanskelig å oversette vil det være enklere å kunne bruke visualiseringer og andre representasjoner. Dynamiske visualiseringer kan anses som en affordanse som bidrar til å formidle informasjon til flerspråklige elever.

### Oversettingsmuligheter

Mulighet til å oversette ble uttrykt av lærerne som en stor hjelp til å formidle lærestoff og til oppklaring av oppgavetekster. Noen programmer ble ansett som nyttige, men ikke feilfrie. For å oversette begreper, setninger eller lengre tekster ble Google Translate eller Google Docs brukt. Både Jens og Marie har erfaring med at setningsoppbyggingen ikke alltid er korrekt og at matematiske begreper kan oversettes feil. Likevel anser lærerne oversettelsesprogrammene som nødvendige for flerspråklige elever. Dette samsvarer med tidligere forskning om betydningen av oversetting i flerspråklige klasserom (Libbrecht & Goosen, 2016).

Oversettingen som ble gjort i GeoGebra, Excel og Kikora, ble utelukkende nevnt som positive støtter for de flerspråklige elevene. Anna foretrekker å bruke øvingsprogrammer fremfor lærebøker, ettersom det kan være mye tekst å forholde seg til. Øvingsprogrammene som for eksempel Kikora er mer regneteknisk. Hun uttrykker at dersom elevene kan engelsk går det som oftest bra.

Jens nevner et eksempel med en elev som hadde engelsk som morsmål og kunne snakke noe norsk. Jens klassifiserte eleven som høyt presterende i matematikk. I et eksempel skulle eleven gjennomføre en tentamen og hadde Google Translate som tilgjengelig hjelpemiddel på en del. På den andre delen hadde han misforstått oppgavene og kun skrevet svaret, ikke utregningene. Ved en oppklaring i etterkant fikk eleven vist sine utregninger og fikk dermed toppkarakter. Engelsk var det språket lærerne opplevde minst utfordringer med ettersom de

selv hadde en grunnleggende forståelse av språket. Anna påpeker likevel at en grunnleggende forståelse og beherskelse av et språk til daglig bruk ikke vil være tilstrekkelig i matematisk kontekst. Hun nevnte at det kunne være lett å anta at elever forstår matematikken på grunn av en tilstrekkelig dagligdags språkbeherskelse. Senere kunne hun oppdage misforståelser ved elevers matematiske begrepsforståelse.

Ine og Jens påpeker at det mest utfordrende ikke først og fremst er det språklige. Mange av elevene som har hatt sin skolegang i utlandet kan ha gått glipp av noen år og har mangler i sin matematiske kompetanse. Utfordringen blir å kartlegge kompetansen. Ine nevner at de har en vei å gå for å utnytte flerspråklige elever som ressurser i undervisningen. Jens nevner at så lenge den matematiske kompetansen er på plass, er det ingen problem å være flerspråklig elev i matematikk. Marie nevner også at det er synd at elever som har gått 9 år på skole ikke får vist sin kunnskap på grunn av språkbarrierer. I et utsagn poengterer Marie at språket kan være en hindring for læring.

### 5.6.3 Oppsummering

For lærerne i denne studien er det noen muligheter som peker seg ut for å stimulere mer matematisk argumentasjon. Ved å kunne manipulere geometriske figurer og grafer har lærerne mulighet til å illustrere eksempler og egenskaper for sine elever. Diskusjonen som kommer av visualiseringene og spørsmålene læreren stiller bidrar til å skape samtale om matematiske fenomen. Digitale læremiddel tilbyr også mulighet til å organisere og presentere løsningsforslag på en oversiktlig måte. Erfaringene tilsier at funksjonen har en tidsbesparende effekt. Ved at elevene selv kan benytte funksjonene som dynamiske geometriprogram tilbyr, erfarer lærerne at aktivitet fører til mer utdypende og konkret argumentasjon.

For flerspråklige elever kan oversettelsesprogram gi elevene mulighet til å vise sin forståelse for læreren. Det kan også gjøre oppgavetekster og formuleringer mer forståelige på elevenes morsmål. Oppfatningen til denne støtten er positiv, men det påpekes at det er rom for forbedring. Dynamiske visualiseringer presenteres også som en støttende affordanse til elever med lav språkbeherskelse i skolespråket.

## 6 Diskusjon og konklusjon

I følgende del vil jeg presentere mine funn og sammenligne de med tidligere forskning på området. Dette vil være nyttig for å se hva denne oppgaven har bidratt til i fagfeltet. Det vil også gi en pekepinn på hva som kan være aktuelt å forske videre på. Funnene som fremtrer i denne studien, vil ikke kunne generaliseres ettersom kun fem lærere har blitt intervjuet. Likevel kan det bidra til å belyse oppfatninger av IKT i undervisningspraksis.

### 6.1 IKT som påvirker undervisning

Først og fremst har jeg sett på hvordan lærere opplever at IKT har påvirket undervisningen deres. Funnene viser til lærernes utrykte oppfatninger om matematikk, undervisning, læring og IKT. Beskrivelser av IKT-bruk har bidratt til en forståelse av hvordan det benyttes, og til hvilke formål lærerne anser som hensiktsmessige. Deres grunnleggende oppfatning av matematikkens natur har element av instrumentell, platonsk og problemløsende oppfatning (Ernest, 1989). Dette samsvarer med teori om hvordan oppfatningssystemer kan være motstridende og sammensatte (Furinghetti & Pehkonen, 2002; Philipp, 2007; Thompson, 1992). Lærernes undervisningssyn gav et inntrykk av et mer konstruktivistisk syn fremfor et tradisjonelt syn. Alle lærerne ønsket mer elevdeltagelse, utforskende virksomhet og problemløsning. Samtidig ble det nevnt tilfeller der lærerne benyttet seg av tavlen for å forklare nye emner. IKT-bruken som ble beskrevet bar også preg av en konstruktivistisk tilnærming. I Doğan (2012) sine funn hadde lærerstudenter tro på både tradisjonell og konstruktivistisk bruk av IKT. Ine og Pål var tydelige på at midler som penn og papir, konkreter og passer var nyttige for å støtte elevenes læringsprosesser.

Alle nevnte bruk av Campus Inkrement som hyppig brukt program. Omvendt undervisning i kombinasjon med økende selvstendig PC-bruk tilbyr læreren støtte i instruksjonsfasen. Teknologiintegrasjon har dermed hatt en signifikant rolle i hvordan undervisning blir gjennomført. Det har ført til at både Ine og Anna har opplevd en endring i sin egen lærerrolle, de blir i større grad veiledere. Ønsket om mer elevdeltagelse tyder på en undervisning som bærer preg av konstruktivistisk tilnærming (Imsen, 2014).

Dynamiske grafiske verktøy har også blitt brukt mye av samtlige. Flere av lærerne presenterer eksempler der visuelle representasjoner kunne fremstilles ved bruk av GeoGebra.

Sammenhenger mellom funksjoner og grafer ble enklere belyst ved å benytte funksjonene i programmet. Det tillot også elevene å bruke mindre tid på fysisk tegning av grafen, og mer tid på analysen av sammenhengen mellom funksjonen og grafen. Anna som har positive

erfaringer med dette, ser dermed en stor fordel ved at hun har mer tid til å fokusere på helhetlig forståelse. Karatas (2014) kom fram til hvordan lærerstudenter hadde positive oppfatninger om Dynamiske geometriprogram for læring av matematikk. Oppfatningen var et resultat av deres egen læring ved bruken av programmet. Lærerne i denne studien gir uttrykk for at egen mestring fører til positive oppfatninger knyttet til IKT.

Pål nevnte at elevene nå er mer vant til å bruke PC en de er til å skrive. Det kan tyde på en omfattende bruk av PC de siste årene. Dersom PC-bruk har blitt brukt mer enn penn og papir kan det indikere at PC tar større plass i dagens undervisning. Uten at Pål eksplisitt uttrykker sin entusiasme for IKT, så vil praksisen han beskriver tyde på at elevene har gode nok forutsetninger til å jobbe effektivt med digitale verktøy. Jens nevner at han har elever som er langt flinkere enn han selv i IKT. Han ser elevenes kompetanse som en ressurs. Elevenes IKT kompetanse kan her ses på som en affordanse ved lærerens IKT praksis. Ved å ha en større eller enklere tilgang på kompetanse, så kan bruken av IKT virke mer overkommelig. Dette kan bidra til positive sider ved lærernes oppfatning av IKT.

## **6.2 Faktorer som påvirker oppfatninger om IKT**

Videre har jeg sett på hvilke faktorer som påvirker lærernes oppfatning av IKT. Da har fokuset vært på hvilke muligheter og begrensninger som oppstår hos lærerne selv og deres skolemiljø. Læreplanen legger føringer for hva som skal inngå i undervisningen, likevel vil utøvelsen av retningslinjene som ligger til grunn variere ut ifra hvordan oppfatningene av læreplanen og IKT er. Yang og Leung (2015) fant også at læreplan ble trukket fram som en faktor som kunne påvirke læreres oppfatninger om undervisning og IKT sin rolle i det hele. Deres funn tyder på at læreplanen påvirket lærerstudentenes oppfatninger fordi den som var gjeldende hadde vært det i flere år, og dermed blitt integrert i utdanningen. Dette er interessant med tanke på at flere av lærerne som ble intervjuet i denne studien tok sin utdanning for mer enn ti år siden. Det eneste unntaket var Ine, som er relativt nyutdannet. Til tross for at lærerne ikke har fått innføring i IKT i utdanningen sin, har de likevel positive oppfatninger til hva IKT kan bidra med i matematikkundervisningen. Oppfølgende kursing og en oppdatert holdning til læreplanen kan være faktorer som spiller inn på lærernes positive oppfatning til IKT. Det samme kan positive tilbakemeldinger fra elevene. På samme måte som Guskey (1986) la fram at oppfatninger kunne endres dersom lærerne så at det hadde positive virkninger for elevene, kan det også være noe som har påvirket oppfatningene til lærerne i denne studien.

Flere positive oppfatninger ved IKT kom til syne gjennom intervjuene. Likevel ble også noen negative aspekter ved IKT trukket fram. En utfordring ved IKT er at internettet ikke alltid fungerer optimalt. Det fører til at IKT kan oppleves som mer tidkrevende til tider. Det samsvarer med tidligere studier om oppfatninger om IKT som tidkrevende (Doğan, 2012).

### **6.3 Oppfattede muligheter ved IKT for argumentasjon og flerspråklige elever**

Argumentasjon, resonnering og diskusjon kan ifølge lærerne oppstå som et resultat av de funksjonene og mulighetene som er tilgjengelig i de digitale verktøy som brukes. Lærerne ble stilt spørsmål om hva argumentasjon var, og hva de anså som et «gyldig» argument.

Muligheter ved digitale verktøy har vært i fokus for å få frem potensiale lærerne ser i det digitale. Direkte spørsmål om hva IKT kunne bidra med ble møtt med noe usikkerhet. I mine funn er det GeoGebra og SMART Board som peker seg ut som digitalt verktøy som lærerne anser som nyttig for å diskutere matematikk. Når det gjelder digitale læremiddel skaper diskusjonsfunksjonen i Campus Inkrement muligheter for samtaler mellom elevene seg imellom og lærer og elever.

Argumentasjon på ulike nivåer er ikke belyst i omfattende grad i denne studien. I tidligere forskning har Bezold og Ladel (2014) beskrevet hvordan IKT kan redusere de kognitive kriteriene for å løse oppgaver og resonnerer i matematikk. IKT ses på som et verktøy som bidrar til økt argumentasjon blant lavt presterende elever. I denne studien har høyt nivå blitt bragt opp som en faktor for å argumentere. Uttalelsene indikerer at argumentasjon kan utøves dersom eleven besitter en grunnleggende forståelse av matematikken. Det kan tolkes som at mulighetene for økt resonneringskompetanse er mindre utforsket for elever som forstår matematikken i mindre grad.

Oppfatninger av IKT for flerspråklige elever viste hovedsakelig til bruk av oversettelsesprogrammer. Samtlige lærere uttrykker denne affordansen som essensiell for forståelse blant minoritetsspråklige elever. Den matematikkfaglige forståelsen er i sentrum, og språket ses på som en vei til å oppnå den forståelsen. Dermed kan det være tendenser til en forestilling om en Common Underlying Proficiency blant lærerne i studien. Dersom eleven «tvinges til å operere på et andrespråk, vil ikke systemet fungere optimalt» (Engen & Kulbrandstad, 2004, s. 169). Bruken av morsmålsteam og tilgjengelige digitale programmer som tilbyr oversettelinger gir elevene mulighet til å lære på det språket de føler de behersker bedre.

## 6.4 Refleksjon rundt metode og rammeverk

For å besvare problemstillingen har jeg valgt en kvalitativ forskningsmetode og gjennomført dybdeintervju med fem matematikklærere. Lærerne hadde varierende undervisningserfaring. De hadde utdypende refleksjoner om egen praksis og kunne eksemplifisere sine utsagn med erfaringer fra klasserommet. Spørreskjema ble også benyttet, men dataene som kom av skjemaet hadde en mindre rolle i analysen. Den opprinnelige hensikten var å gjennomgå det utfylte spørreskjema på forhånd av intervjuet. Dermed kunne vi spørre om utdypende kommentarer ved de svarene lærerne hadde avgitt. Dette slo dessverre feil i noen tilfeller ettersom et par av lærerne kun hadde mulighet til å svare på spørreundersøkelsen i etterkant av intervjuet. Dermed falt noe av poenget med undersøkelsen bort.

Det er kjent sak at skoler i områder med høyskoler og universiteter får mange muligheter til å delta i forskningsprosjekt som blant annet innebærer observasjoner av læreres undervisning, intervju og spørreundersøkelser. Dette kan være en ekstra belastning på deres travle hverdag. Lange dybdeintervjuer kan oppleves som en påkjenning og kan være mindre attraktivt. Ved å få lærerne til å svare på rutinemessige spørsmål i spørreskjemaet, var tanken at tiden på selve dybdeintervjuet kunne brukes mer effektivt. Dermed var spørreundersøkelsen også et strategisk valg for å «lokke» flere informanter til å delta i vår undersøkelse.

Det som kan svekke validiteten i selve intervjuingen kan være informasjonen som ble gitt i forkant av intervjuet. På spørreskjemaet inkluderte vi visse påstander om hva lærerne anså til å være hensiktsmessige formål ved matematikk. I etterkant av gjennomføringene av intervjuet, så jeg tendenser til lignende formuleringer i informantenes svar som i spørreskjemaet vi hadde sendt ut. På et vis kan dette være ledende utover å få informantene inn på tema de skal snakke om. Det kan ha påvirket måten jeg tolket dataene.

Under intervjuet var rollefordelingen slik at en stilte spørsmål fra intervjuguiden og den andre hadde fokus på å stille spørsmål for utdypende refleksjoner. Jeg stilte spørsmål fra intervjuguiden tre ganger, og min medstudent gjorde det på de to andre intervjuene. Kunsten å stille oppfølgende spørsmål har vist seg å være mer krevende enn jeg først antok. I ettertid har jeg lagt merke til noen utsagn som kunne trengt mer utdypende forklaring. Mangelen på oppfølgende refleksjoner fra lærerne kan svekke gyldigheten av dataene og tolkningene som blir gjort.

## 6.5 Konklusjon

I denne studien har jeg sett på hvilke oppfatninger noen lærere har til IKT i matematikkundervisningen. Ved en kvalitativ metode har jeg forsøkt å få tak i hvilke oppfatninger lærere har til IKT for matematikk. Oppfatningene som kom til syne, er sammensatte og i stadig endring. Jeg har tatt utgangspunkt i lærernes grunnleggende matematikksyn og parallelt beskrevet det opp mot erfaringer av hvordan IKT blir brukt. Lærerne i denne undersøkelsen har ulike erfaringsbakgrunn og fremhever ulike tilnærminger og synspunkter rundt digitale verktøy. Utviklingen av de digitale teknologiene som brukes i dagens matematikkundervisning har kommet langt. Funnene tyder på at IKT er godt integrert i lærernes nåværende praksis. Fordeler og ulemper ved digitale verktøy har blitt presentert av lærerne. Målet med undersøkelsen var å svare på følgende problemstilling:

*Hvilke oppfatninger har lærere av bruk av IKT i matematikkundervisning?*

Lærerne i studien har gitt uttrykk for at digitale verktøy som brukes medfører en del praktiske fordeler. Tre positive aspekter peker seg spesielt ut. For det første opplever lærerne at digitale verktøy som nyttes i undervisningen tilbyr visse tidsbesparende aspekter. Det fører til at lærerne har et større overskudd til andre oppgaver. Det andre er enkelheten i de dynamiske mulighetene ved SMART Board og GeoGebra. Sammenhenger og matematisk forståelse oppnås uten at det brukes tid på teknisk beherskelse av prosedyrer som ikke nødvendigvis støtter den helhetlige forståelsen. Fokuset settes på analysen uten at elevene mister motivasjonen. Lærernes oppfatning om matematikk, undervisning og læring ble også sett på opp mot deres oppfatninger om IKT. For de fleste samsvarer deres uttalte praksis med hvordan IKT integreres i undervisningen. For noen førte en økende IKT-bruk til forsterkning og transformering av mål og undervisning. Synspunkter fra lærerne ga også et inntrykk av hva som påvirker deres IKT-bruk. Deres oppfatninger gir et inntrykk av at IKT kan være effektivt med tanke på deres lærervirksomhet. Føringer fra øvre hold beskrives som fordelaktig i henhold til mål og intensjoner med matematikkundervisningen.

Muligheter ved IKT for argumentasjon og flerspråklighet har vært en del av problemstillingen. Likevel viser datamaterialet til mindre detaljerte beskrivelser av hvilke muligheter lærerne så til disse formål. Funksjoner ved dynamiske grafiske verktøy og Campus Inkrement kan gi muligheter til argumentasjon i undervisningen. Språket kan oppfattes som en hindring for matematisk forståelse. Bruk av oversettelsesprogram og begrepsforklaringer var den primære kilden til hvordan flerspråklige elever forstår og uttrykker matematikk i

fremmede klasserom. Mangelen på rike beskrivelser av fenomener kan komme av mindre gode formuleringer i intervju spørsmålene. Det kan også være at dette er områder som lærerne ikke har reflektert så mye over enda.

### 6.5.1 Videre forskning.

Dataene til denne undersøkelsen ble samlet vinteren 2020. I slutten av februar kom COVID-19 for alvor inn i Norge. Tiden markerte en ustabil tid for norsk økonomi, helse og utdanning. Situasjonen rammet skoler på den måten at undervisningen og elevenes lekser stort sett ble gjort digitalt. Dette representerer en viktig tid for IKT sin betydning i norsk skole. Lærere har måtte forholde seg til IKT og sine elever på en helt ny måte. I slike uventede situasjoner vil det være essensielt å kunne tilpasse seg omgivelsene til den grad effektiv undervisning fortsatt blir gjennomført. Videre forskning på muligheter ved IKT ser jeg på som svært viktig i tiden fremover. Nettundervisning for elever i grunnskolealder kan dermed være aktuelt å forske videre på. Dette er noe ikke ble belyst i denne studien, og vil være interessant å vite mer om. Undersøker om oppfatninger kombinert med observasjoner av praksis kan bidra til en utdypende forståelse av sammenhengen mellom uttalte oppfatninger og hvordan det utøves. RAT modellen til Hughes et al. (2006) legger grunnlag for hvordan IKT i praksis benyttes. Affordanser har også vist seg å være et interessant begrep med tanke på hvilke muligheter lærere ser ved IKT for læring. Ettersom jeg kun har undersøkt hvilke oppfatninger som eksisterer blant noen lærere om IKT for læring og undervisning, kunne det vært aktuelt med en mer dyptgående utforskning om sammenhengen mellom de ulike matematikkoppfatningene og IKT oppfatninger som besittes av lærere.

I den tiden vi nå går inn i vil IKT utgjøre en større del av lærerhverdagen. Innimellom all teknologiutvikling og innovasjon, bør man stoppe opp iblant for å se på endringer med et kritisk blikk. Store politiske beslutninger blir tatt ut ifra hvilke konklusjoner forskningen kommer fram til. Likevel vil refleksjon over endringer være nyttig for å ivareta elevenes faglige læringsutbytte.



## 7 Litteratur

- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.84.2.191>
- Banyard, P., Underwood, J. & Twiner, A. (2006). Do Enhanced Communication Technologies Inhibit or Facilitate Self-regulated Learning? *European Journal of Education*, 41(3-4), 473-489. <https://doi.org/10.1111/j.1465-3435.2006.00277.x>
- Beswick, K. (2012). Teachers' beliefs about school mathematics and mathematicians' mathematics and their relationship to practice. *Educational Studies in Mathematics*, 79(1), 127-147. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9333-2>
- Bezold, A. & Ladel, S. (2014). Reasoning in primary mathematics—an ICT-supported environment. *Bildung und Erziehung*, 67(4), 409-418.
- Bower, M. (2008). Affordance analysis – matching learning tasks with learning technologies. *Educational Media International*, 45(1), 3-15. <https://doi.org/10.1080/09523980701847115>
- Bray, A. & Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research – A systematic review of recent trends. *Computers & Education*, 114, 255-273. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.004>
- Brown, J., Stillman, G. & Herbert, S. (2004). Can the notion of affordances be of use in the design of a technology enriched mathematics curriculum. *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Sydney, MERGA* (s. 119-126).
- Dalen, M. (2011). *Intervju som forskningsmetode* (2. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Dalvit, L., Muyingi, H., Terzoli, A. & Thinyane, M. (2007). The deployment of an e-commerce platform and related projects in a rural area in South Africa. *Strengthening the Role of ICT in Development*, 27.
- Doğan, M. (2012). Prospective Turkish primary teachers' views about the use of computers in mathematics education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 15(4), 329-341.
- 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.
- Engen, T. O. & Kulbrandstad, L. A. (2004). *Tospråklighet, minoritetsspråk og minoritetsundervisning* (2. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- 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.
- Fjørtoft, S. O., Thun, S. & Buvik, M. P. (2019). *Monitor 2019 En deskriptiv kartlegging av digital tilstand i norske skoler og barnehager* (2019:00877). Hentet fra [https://www.udir.no/contentassets/92b2822fa64e4759b4372d67bcc8bc61/monitor-2019-sluttrapport\\_sintef.pdf](https://www.udir.no/contentassets/92b2822fa64e4759b4372d67bcc8bc61/monitor-2019-sluttrapport_sintef.pdf)
- Furinghetti, F. & Pehkonen, E. (2002). Rethinking Characterizations of Beliefs. I G. C. Leder, E. Pehkonen & G. Törner (Red.), *Beliefs: A Hidden Variable in Mathematics Education?* (s. 39-57). Dordrecht: Springer Netherlands.

- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Granberg, C. & Olsson, J. (2015). ICT-supported problem solving and collaborative creative reasoning: Exploring linear functions using dynamic mathematics software. *The Journal of Mathematical Behavior*, 37, 48-62.
- Guskey, T. R. (1986). Staff development and the process of teacher change. *Educational researcher*, 15(5), 5-12.
- Hammond, M. (2010). What is an affordance and can it help us understand the use of ICT in education? *Education and Information Technologies*, 15(3), 205-217.  
<https://doi.org/10.1007/s10639-009-9106-z>
- Holand, A. (2018). Oversiktsstudier og spørreskjema. I M. Krogtoft & J. Sjøvoll (Red.), *Masteroppgaven i lærerutdanninga Temavalg, forskningsplan, metoder* (s. 93-115). Oslo: Cappelen Damm Akademisk
- Hughes, J., Thomas, R. & Scharber, C. (2006). Assessing technology integration: The RAT-replacement, amplification, and transformation-framework. *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (s. 1616-1620): Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Imsen, G. (2014). *Elevens verden : innføring i pedagogisk psykologi* (5. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utg.). Oslo: Abstrakt Forlag.
- Johnson, R. B. & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational researcher*, 33(7), 14-26.
- Karatas, I. (2014). Changing pre-service mathematics teachers' beliefs about using computers for teaching and learning mathematics: the effect of three different models. *European Journal of Teacher Education*, 37(3), 390-405.  
<https://doi.org/10.1080/02619768.2013.870993>
- Kennewell, S. (2001). Using affordances and constraints to evaluate the use of information and communications technology in teaching and learning. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 10(1-2), 101-116.  
<https://doi.org/10.1080/14759390100200105>
- Kirschner, P., Strijbos, J.-W., Kreijns, K. & Beers, P. J. (2004). Designing electronic collaborative learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 52(3), 47.
- Kjøll, G. & Tranøy, K. E. (2018). kognitiv. I *Store norske leksikon*. Hentet 9. mars 2020 fra <https://snl.no/kognitiv>
- Koehler, M. & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70.
- Krosnick, J. & Presser, S. (2010). Question and Questionnaire Design. I P. V. Marsden & J. D. Wright (Red.), *Handbook of Survey Research* (2. utg., s. 263-313). Emerald Group Publishing Limited.
- Krummheuer, G. (1995). The ethnography of argumentation. I *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures*. (s. 229-269). Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

- Kunnskapsdepartementet. (2013). *På rett vei Kvalitet og mangfold i fellesskolen* (Meld. St. 20 (2012–2013)). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-20-20122013/id717308/?ch=1>
- Kunnskapsdepartementet. (2016). *Fag – Fordypning – Forståelse En fornyelse av Kunnskapsløftet* (Meld. St. 28 (2015–2016)). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-28-20152016/id2483955/?ch=1>
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Lai, C.-L. & Hwang, G.-J. (2016). A self-regulated flipped classroom approach to improving students' learning performance in a mathematics course. *Computers & Education*, 100, 126-140. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.05.006>
- Libbrecht, P. & Goosen, L. (2016). Using ICTs to Facilitate Multilingual Mathematics Teaching and Learning. I R. Barwell, P. Clarkson, A. Halai, M. Kazima, J. Moschkovich, N. Planas, M. Setati-Phakeng, P. Valero & M. Villavicencio Ubillús (Red.), *Mathematics Education and Language Diversity: The 21st ICMI Study* (s. 217-235). Cham: Springer International Publishing.
- Matematikksenteret. (u.å.). Digitale verktøy på eksamen. Hentet fra <https://www.matematikksenteret.no/eksamen-pr%C3%B8ver-og-kartlegging/digitale-verkt%C3%B8y-p%C3%A5-eksamen>
- Moschkovich, J. (2006). Using Two Languages When Learning Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 64(2), 121-144. <https://doi.org/10.1007/s10649-005-9005-1>
- Muir, T. & Geiger, V. (2016). The affordances of using a flipped classroom approach in the teaching of mathematics: a case study of a grade 10 mathematics class. *Mathematics Education Research Journal*, 28(1), 149-171. <https://doi.org/10.1007/s13394-015-0165-8>
- Norman, D. A. (1988). *The psychology of everyday things*. New York: Basic Books.
- Norman, D. A. (1999). Affordance, conventions, and design. *interactions*, 6(3), 38–43. <https://doi.org/10.1145/301153.301168>
- Noss, R. & Hoyles, C. (1996). *Windows on mathematical meanings: Learning cultures and computers* Springer Science & Business Media.
- NOU 2015: 8. (2015). *Fremtidens skole Fornyelse av fag og kompetanser*. Oslo: Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon Informasjonsforvaltning.
- Olive, J., Makar, K., Hoyos, V., Kor, L. K., Kosheleva, O. & Sträßer, R. (2010). Mathematical Knowledge and Practices Resulting from Access to Digital Technologies. I C. Hoyles & J.-B. Lagrange (Red.), *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain: The 17th ICMI Study* (s. 133-177). Boston, MA: Springer US.
- Pea, R. D. (1987). Cognitive technologies for mathematics education. I A. H. Schoenfeld (Red.), *Cognitive science and mathematics education* (s. 89-122). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Pea, R. D. (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education. *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*, 11, 47-87.
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, 1, 257-315.

- Resnick, L. B., Salmon, M., Zeitz, C. M., Wathen, S. H. & Holowchak, M. (1993). Reasoning in Conversation. *Cognition and Instruction*, 11(3/4), 347-364. Hentet fra [www.jstor.org/stable/3233744](http://www.jstor.org/stable/3233744)
- Sacristán, A. I., Calder, N., Rojano, T., Santos-Trigo, M., Friedlander, A., Meissner, H., ... Perrusquía, E. (2010). The Influence and Shaping of Digital Technologies on the Learning – and Learning Trajectories – of Mathematical Concepts. I C. Hoyles & J.-B. Lagrange (Red.), *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain: The 17th ICMI Study* (s. 179-226). Boston, MA: Springer US.
- Schoenfeld, A. H. (1998). Toward a theory of teaching-in-context. *Issues in education: Contributions from Educational Psychology*, 4(1), 1-94.
- 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](https://www.udir.no/contentassets/9178af2725fd4773a46374be4ba54de9/grunnlagsdokument_kvalitetilareremidler_udir_2018.pdf)
- Thagaard, T. (2009). *Systematikk og innlevelse : en innføring i kvalitativ metode* (3. 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.
- Trouche, L. & Drijvers, P. (2014). Webbing and orchestration. Two interrelated views on digital tools in mathematics education. *Teaching Mathematics and its Applications*, 33(3), 193-209. <https://doi.org/10.1093/teamat/hru014>
- Utdanningsdirektoratet. (2019). *Læreplan i matematikk 1.–10. trinn (MAT01-05)*. Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/mat01-05>
- 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.
- Wijekumar, K. J., Meyer, B. J. F., Wagoner, D. & Ferguson, L. (2006). Technology affordances: the 'real story' in research with K-12 and undergraduate learners. *British Journal of Educational Technology*, 37(2), 191-209. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2005.00528.x>
- Wood, D., Bruner, J. S. & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of child psychology and psychiatry*, 17(2), 89-100.
- 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>

## Vedlegg A      Informasjon om samtykke

### **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 grunnngiving 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](mailto:Tamsin.Jillian.Meaney@hvl.no)
- HVLs personvernombud: Advokat Halfdan Mellbye, [personvernombud@hvl.no](mailto:personvernombud@hvl.no)
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost ([personverntjenester@nsd.no](mailto: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](mailto:joel.sax@hotmail.no)
- Masterstudent som gjennomfører intervjuene: Marthina Sæthre Vahedian, telefon: 47306497 eller på epost: [marthinavs@outlook.com](mailto: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 B Intervjuspørsmål

### 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.

<b>Spørsmål knyttet til lærernes oppfatninger knyttet til matematikk og IKT</b>	
<i>Kategori</i>	<i>Spørsmål</i>
<b>Matematikk (1)</b>	<p><b>1.1</b> Hva er matematikk for deg? - Beskriv matte med tre ord</p> <p><b>1.2</b> Hvorfor er det viktig at elevene skal lære matematikk i skolen? - Når får elevene bruk for matematikk utenfor skolen? Eksempler.</p> <p><b>1.3.</b> Hvordan foretrekker du å undervise matematikk og hvorfor? - Hvordan opplever du elevenes respons til dette?</p>
<b>IKT (2)</b>	<p><b>2.1</b> Hvordan vil du beskrive interessen din for IKT?</p> <p><b>2.2</b> Hvilke erfaringer har du med IKT i utdanningen din? - Hvordan har du fått bruk for det du lærte av IKT i undervisningssammenheng?</p> <p><b>2.3</b> 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><b>2.4</b> Opplever du utfordringer ved bruk av IKT matematikkundervisningen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hyppighet: hvor ofte oppleves disse?</li> <li>- Hvordan påvirker utfordringene din bruk av IKT i undervisningen?</li> </ul> <p><b>2.5</b> 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"> <li>- Kan du nevne en nylig undervisningssituasjon?</li> <li>- Hvilke fordeler/ulempeser du i dette?</li> </ul>
<b>Læreplan (3)</b>	<p><b>3.1</b> 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"> <li>- Er du enig i at dette bør vektlegges?</li> </ul> <p><b>3.2</b> Ser du for deg at dette kan medbringe noen utfordringer for deg?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hvilke utfordringer tror du andre lærere opplever ved en større vektlegging av IKT?</li> </ul>
<b>Argumentasjon (4)</b>	<p><b>4.1</b> Hvordan vil du beskrive argumentasjon i matematikkundervisningen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kan du beskrive en nylig situasjon der elevene argumenterte i timen?</li> </ul> <p><b>4.2</b> Når anser du elevenes matematiske argument som fullstendig?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eventuelle kriterier for et matematisk argument</li> <li>- Er elevene også innforstått med dette? Hvordan har du tilrettelagt for dette?</li> </ul> <p><b>4.3</b> Hvordan tenker du at digitale verktøy kan nyttes for å skape matematikksamtaler i undervisningen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gjelder (svaret) mer/mindre for samtlige matematiske emner? Hvordan?</li> </ul> <p><b>4.4</b> Hva er din oppfatning av logisk tenkning?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hvilke sammenhenger ser du mellom LT og argumentasjon?</li> </ul>
<b>Flerspråklighet (5)</b>	<p><b>5.1</b> I din oppfatning, hvilke muligheter kan digitale verktøy gi flerspråklige elever?</p>

	<p><b>5.2</b> Det finnes flere nettressurser som tilbyr flerspråklige elever undervisning på sitt morsmål (morsmål.no).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>a.</i> Har du erfaringer med dette? Utdyp.</li> <li><i>b.</i> Opplever du utfordringer med å få flerspråklige elever til å uttrykke seg/argumentere i dine matematikktimer?</li> <li><i>c.</i> På hvilken måte tenker du at digitale verktøy kan brukes som et virkemiddel for å stimulere matematisk argumentasjon for FS?</li> </ul>
<p><b>Aktuelle spørsmål/ betraktninger fra spørreundersøkelser</b></p>	

## Vedlegg C Spørreundersøkelse

### Spørreskjema

Hvor jobber du?

Barnetrinnet	
Ungdomstrinnet	

Hvor lenge har du undervist matematikk?

\_\_\_\_\_

Hvordan har sammensettingen av elever i din klasse vært de siste tre år?

- Overveiende elever med norskspråklig bakgrunn
- Blandet norsk og flerspråklig
- Overveiende elever med flerspråklig bakgrunn

### Syn på matematikk

1. Under er det formulert noen mål som omhandler ulike hensikter bak matematikkfaget. Mener du at utsagnet (X) bør prioriteres i stor grad?

X	Helt uenig	Nokså uenig	Verken uenig eller enig	Nokså enig	Helt enig
Utvikle tall- og begrepsforståelse					
Anvende matematikk i resonnering og argumentasjon					
Modellere og utforske matematiske modeller					
Få praktisk nytte av matematikkfaget, anvendes i dagliglivet					

Utvikles til å bli kritiske medborgere i et demokratisk samfunn					
---	--	--	--	--	--

Annet: \_\_\_\_\_

## 2. «Utsagnet (X) ... skaper produktive læringsprosesser for elever i matematikk»

X	Helt uenig	Nokså uenig	Verken uenig eller enig	Nokså enig	Helt enig
Samtaler om matematiske problemstillinger i mindre grupper					
Undervisning som veksler mellom ulike arbeidsmetoder					
Gjennomgang av dagens tema på tavlen etterfulgt av individuelt arbeid					
Oppgaver hvor elevene skal løse ikke-rutine problemer og begrunne fremgangsmåter					

Annet: \_\_\_\_\_

## IKT og matematikk

### 3. Hva anser du som digitale verktøy i matematikk?

X er et digitalt verktøy i matematikkfaget. Sett kryss for enig/uenig

X	Uenig	Enig
Datamaskin		
Nettbrett		
Mobil		
Kalkulator		
Kamera/videokamera		
Kopimaskin		
Smartboard		
Programmer for visualisering, som GeoGebra, ...		
Programmer for databehandling, som Excel, Word, PowerPoint, ...		

Apper til bruk på PC/nettbrett/mobil		
Spill til bruk på PC/nettbrett/mobil		
Programmeringsspråk, som Scratch, Python, Java, ...		
Sosiale medier, som Facebook, SnapChat, ...		
Annet		

#### 4. IKT i matematikk

Kryss av for hvor enig/uenig du er i følgende påstander.

	Helt uenig	Nokså uenig	Verken uenig eller enig	Nokså enig	Helt enig
I løpet av det neste 3-5 år trenger jeg mye mer digital kompetanse enn jeg har i dag					
Jeg har tilstrekkelig kompetanse for å bruke digitale verktøy i undervisningen min					
Personlig er jeg svært interessert i utvikling av digitale verktøy i matematikk					
Jeg bruker mye tid på pc og andre digitale verktøy på fritiden					

Annet: \_\_\_\_\_

#### 5. Nytteverdi knyttet til IKT i matematikkfaget

Kryss av for hvor enig/uenig du er i følgende påstander.

	Helt uenig	Nokså uenig	Verken uenig eller enig	Nokså enig	Helt enig
IKT gjør undervisningen min mer variert					
IKT bidrar til å fange elevers interesse for matematikkfaget					
IKT bidrar til å øke læringsutbytte for elevene					
IKT bidrar til å aktivisere elevene					

IKT tar tid fra det viktige i matematikkundervisning					
IKT bidrar til å effektivisere undervisningen					
IKT skaper mulighet for argumentasjon og samtale blant elevene					
IKT kan hindre læringsutbytte til flerspråklige elever					

Annet: \_\_\_\_\_

## 6. Faktorer som påvirker min IKT-bruk.

Kryss av for hvor enig/uenig du er i følgende påstander.

	Helt uenig	Nokså uenig	Verken uenig eller enig	Nokså enig	Helt enig
Jeg anser ikke tid som et problem for å bruke IKT i matematikk					
Skolen har tilstrekkelig ressurser for å undervise IKT i matematikk					
Jeg kan spørre kollegaer om råd og veiledning dersom jeg opplever utfordringer knyttet til IKT-bruk i klasserommet					
Jeg får positive tilbakemeldinger fra kollegaer når jeg bruker IKT					
Jeg får positive tilbakemeldinger fra elever når jeg bruker IKT					
Jeg har gode erfaringer med å undervise IKT i matematikk					

Annet: \_\_\_\_\_

## 7. Jeg får utviklet min digitale kompetanse gjennom ...

	Helt uenig	Nokså uenig	Verken uenig eller enig	Nokså enig	Helt enig
--	------------	-------------	-------------------------	------------	-----------

Initiativer som utgår fra skolen/ledelsen					
Etterutdanning					
Kollegialt samarbeid					
På eget initiativ					

Annet : \_\_\_\_\_

### Sett kryss

	Aldri	Sjelden	Av og til	Ofte	Svært ofte
Hvor ofte tilrettelegger du for at elevene får bruke IKT i matematikkundervisningen når du introduserer nye emner?					
(Dersom du har flerspråklige elever) Hvor ofte tilrettelegger du for at flerspråklige elever får bruke IKT i matematikkundervisningen?					
Hvor ofte tilrettelegger du for at elevene får bruke IKT i matematikkundervisningen når det gjelder problemløsning, undersøkende virksomhet og argumentasjon?					

Utfyllende kommentar: \_\_\_\_\_