



Høgskulen  
på Vestlandet

# MASTEROPPGAVE

## Realistiske kontekster og matematisk modellering

*En studie av seks læreres tanker om bruk av realistiske kontekster og matematisk modellering i egen undervisning på 1.-7. trinn.*

## Realistic contexts and mathematical modeling

*A study of six teachers' thoughts on the use of realistic contexts and mathematical modeling in their own teaching in the 1<sup>st</sup>-7<sup>th</sup> stage.*

**Ingri Grøtta Fanghol**

Master i undervisningsvitenskap

Fakultet for lærerutdanning, kultur og idrett/Institutt for språk, litteratur, matematikk og tolkning/M120UND509

Veileder: Inger Elin Lilland

18.5.2020

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

Denne oppgaven markerer avslutningen av fem år på lærerutdanningen. Samtidig som jeg i løpet av studietiden har lært mye, har jeg blitt sikker på at jeg har valgt riktig retning og gleder meg til å begynne å jobbe som lærer. Å skrive masteroppgave har vært spennende og slitsomt, og jeg er stolt og glad når jeg nå leverer inn oppgaven min.

Jeg vil rette en stor takk til veilederen min, Inger Elin Lilland, som har løftet meg opp og frem gjennom hele prosessen. Hun har gitt meg innsikt i forskningsarbeid og åpnet øynene mine for temaet matematisk modellering i skolen. Det vil jeg ta med meg videre.

En spesiell takk til de samarbeidsvillige lærerne som stilte opp til intervju og gjorde det mulig å skaffe et stort og innholdsrikt datamateriale.

Til slutt vil jeg takke foreldrene mine som har stilt opp for meg gjennom hele studietiden. Robin fortjener også en stor klem for å støtte og motivere meg i arbeidet med å ferdigstille oppgaven.

Mai, 2020

Ingri

## Sammendrag

Høsten 2020 innføres ny læreplan, L20, i den norske skolen. En fornyelse av læreplanen kan stille nye krav til lærernes kunnskap og kompetanse. Matematikkfaget i L20 inneholder fem kjerneelementer, som beskriver det viktigste faglige innholdet elevene skal arbeide med i opplæringen gjennom hele grunnskolen. Et av kjerneelementene er *modellering og anvendelser*. Dette innebærer at matematisk modellering kommer tydeligere og tidligere inn i opplæringsløpet enn det gjør i dagens læreplan. Det økte fokuset på matematisk modellering i L20 har bakgrunn i at det blir ansett som en relevant kompetanse for deltakelse i den stadige samfunnsutviklingen. Matematisk modellering handler om å oversette mellom den virkelige verden og matematikken, i begge retninger. Matematisk modellering kan brukes til å inkorporere virkelige og realistiske situasjoner i matematikkfaget. En økt bruk av realistiske kontekster kan gjøre faget mer tilgjengelig for elevene.

I denne oppgaven undersøker jeg hvordan lærere på 1.-7. trinn uttrykker seg om realistiske kontekster og matematisk modellering i sin undervisning, og hvordan de uttrykker seg om det økte fokuset på matematisk modellering i L20. Datamaterialet er hentet inn ved å gjennomføre intervju med seks lærere på 1.-7. trinn, som underviser i matematikk. Datamaterialet er bearbeidet gjennom en kombinasjon av konvensjonell innholdsanalyse og kategorisering med utgangspunkt i sentrale aspekter fra teori om realistiske kontekster, matematisk modellering og tilhørende didaktiske perspektiver.

Funnene indikerer at lærernes kompetanse knyttet til begrepet realistiske kontekster var mer omfattende enn til begrepet matematisk modellering. I undersøkelsen kom det også frem relevante utsagn som kan kobles til didaktiske perspektiver tilhørende både realistiske kontekster og matematisk modellering, uten at lærerne alltid var bevisst på hvilket av begrepene de snakket om. Lærerne i utvalget viste positive holdninger til innføring av L20 og kjerneelementet modellering og anvendelser. Det kom frem uttalelser om et behov for å øke både egen og andre læreres kompetanse knyttet til matematisk modellering i forbindelse med at det innføres ny læreplan.

## Abstract

In the autumn of 2020 a new curriculum, L20, will be introduced in Norwegian schools. A renewal of the curriculum may place new demands on teachers' knowledge and competence. The mathematics course in L20 contains five core elements, which describe the most important academic content the students will work with in education throughout the primary school. One of the core elements is *modeling and applications*. This means that mathematical modeling appears clearer and earlier in the training course than it does in today's curriculum. The increased focus on mathematical modeling in L20 is due to the fact that it is considered a relevant competence for participation in the continuous development of society. Mathematical modeling is about translating between the real world and mathematics, in both directions. Mathematical modeling is about incorporating real and realistic situations in the mathematics field. Increased use of realistic contexts can make the subject more accessible to students.

In this paper I explore how teachers in grades 1 through 7 express themselves about realistic contexts and mathematical modeling in their teaching, and how they express themselves about the increased focus on mathematical modeling in L20. The data was collected by interviewing six teachers in grades 1-7, who teach mathematics. The data material is processed through a combination of conventional content analysis and categorization based on central aspects from theory of realistic contexts, mathematical modeling and associated didactic perspectives.

The findings indicate that the teachers' competence associated with the concept of realistic contexts was more extensive than that of mathematical modeling. The study also revealed relevant statements that can be linked to didactic perspectives of both realistic contexts and mathematical modeling, without the teachers always being aware of which of the concepts they were talking about. The teachers in the sample showed positive attitudes towards the introduction of L20 and the core element of modeling and applications. Statements emerged about a need to increase both their own and other teachers' competence related to mathematical modeling in connection with the introduction of a new curriculum.

# Innhold

<b>Forord</b> .....	<b>ii</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>iii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>iv</b>
<b>Vedlegg</b> .....	<b>vii</b>
<b>Liste over figurer og tabeller</b> .....	<b>vii</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>1</b>
<i>1.1 Bakgrunn</i> .....	<i>1</i>
1.1.1 Tidligere forskning.....	3
1.1.2 Oppgavens fokus.....	5
<b>2 Teoretisk grunnlag</b> .....	<b>8</b>
<i>2.1 Matematisk modellering</i> .....	<i>8</i>
2.1.1 Modelleringsprosessen.....	8
2.1.2 Model eliciting activities.....	10
<i>2.2 Realistiske kontekster</i> .....	<i>11</i>
2.2.1 Realistiske kontekster og undervisning.....	12
2.2.2 Realistiske kontekster og modellering.....	13
<i>2.3 Modellering i skolen</i> .....	<i>14</i>
2.3.1 Matematisk modellering og undervisning.....	14
2.3.2 Elever og modellering.....	16
2.3.3 Didaktiske tilnærminger til modellering.....	18
<b>3 Metode</b> .....	<b>20</b>
<i>3.1 Valg av metode</i> .....	<i>20</i>
<i>3.2 Utfordringer ved forskningsintervju</i> .....	<i>22</i>
<i>3.3 Etikk</i> .....	<i>22</i>
<i>3.4 Samtykke</i> .....	<i>23</i>

3.5	<i>Intervjuguide</i> .....	24
3.6	<i>Utvalg av informanter</i> .....	24
3.7	<i>Reliabilitet og validitet</i> .....	26
3.7.1	Reliabilitet .....	26
3.7.2	Validitet .....	27
3.8	<i>Forskerrollen</i> .....	28
3.9	<i>Gjennomføring av intervju</i> .....	28
3.10	<i>Transkripsjon</i> .....	30
3.11	<i>Analyse</i> .....	30
3.12	<i>Analysearbeidet</i> .....	31
<b>4</b>	<b>Analyse og presentasjon av funn</b> .....	<b>33</b>
4.1	<i>Realistiske kontekster</i> .....	33
4.2	<i>Realistiske kontekster og undervisning</i> .....	35
4.2.1	Formål og lærerens ansvar .....	35
4.2.2	Forståelse og motivasjon .....	38
4.2.3	Realistiske kontekster og abstrakt matematikk .....	43
4.2.4	Tid .....	46
4.3	<i>Matematisk modellering</i> .....	48
4.3.1	Modelleringsprosessen .....	56
4.4	<i>Matematisk modellering og undervisning</i> .....	60
4.4.1	Didaktiske tilnærminger til modellering .....	60
4.4.2	Realistiske kontekster og modellering .....	67
4.4.3	Elever og modellering .....	70
4.4.4	Lærerrollen .....	75
<b>5</b>	<b>Diskusjon</b> .....	<b>81</b>
<b>6</b>	<b>Avslutning</b> .....	<b>86</b>
	<b>Bibliografi</b> .....	<b>88</b>

## Vedlegg

Vedlegg 1 Samtykkeskjema

Vedlegg 2 Kjerneelement modellering og anvendelser

Vedlegg 3 Intervjuguide

## Liste over figurer og tabeller

Figur 1 Modelleringssyklusen ..... 9

Tabell 1 Presentasjon av informantene ..... 25

# 1 Innledning

Opplæringslova (1998) § 1-1 slår blant annet fast at opplæringen skal sikre elever «kunnskap, dugleik og holdningar for å kunne meistre liva sine og for å kunne delta i arbeid og fellesskap i samfunnet». Høsten 2020 starter innføring av ny læreplan, L20, i Norge. Bakgrunnen for fagfornyelsen er at elevene skal opparbeide kunnskap og ferdigheter som er relevant for å kunne delta i den raske utviklingen innenfor samfunn, teknologi og arbeidsliv (Berget & Bolstad, 2019). Evnen til å tenke kritisk, utforske, reflektere og være kreativ trekkes frem som sentrale ferdigheter i forbindelse med denne utviklingen (Utdanningsdirektoratet, 2018). Læreplanen er et styringsdokument som legger føringer for innholdet i undervisningen. At læreplanen fornyes krever at læreren gjør det samme med sin undervisning (Doerr & English, 2006). Hva som er relevant i det virkelige liv er vanskelig å definere, men det er en generell antakelse at relevansidealet kan oppnås gjennom å implementere modellering og anvendelser i matematikkfaget (Berget & Bolstad, 2019). Hvordan er så situasjonen i skolen i dag når det gjelder arbeidet med, og synet på, å knytte matematikkfaget til den virkelige verden og på den måten i større grad synliggjøre fagets relevans? I min masteroppgave ønsker jeg å få et innblikk i hvordan et utvalg lærere på barnetrinnet tenker om og arbeider med realistiske kontekster og matematisk modellering i egen undervisning, og hvilke tanker de gjør seg når det gjelder innføringen av L20.

## 1.1 Bakgrunn

I løpet av de siste årene har matematisk modellering fått en stadig større plass i læreplanen i en rekke land (Blum & Pollak, 2018). I Læreplanverket for Kunnskapsløftet, LK06, er modellering nevnt i formålet med faget (Utdanningsdirektoratet, 2013a). Det er også nevnt i forbindelse med regning og digitale ferdigheter i de grunnleggende ferdighetene, som skal være forutsetninger for utvikling og læring i skole og samfunnsliv (Utdanningsdirektoratet, 2013b). Modellering er ikke nevnt i kompetansemålene for 1.-7. trinn (Utdanningsdirektoratet, 2013c). Julie (2002) påpeker at så lenge tema som modellering ikke blir eksplisitt nevnt i læreplanen, blir ansvaret for implementeringen av modellering liggende hos den enkelte lærer. I læreplanen som innføres i Norge høsten 2020, L20, er modellering nevnt i kompetansemålene etter 4. trinn (Utdanningsdirektoratet, 2019c). Det er også nevnt i de tverrfaglige temaene for matematikk; «folkehelse og livsmeistring» og «demokrati og medborgarskap» (Utdanningsdirektoratet, 2020b). De tverrfaglige temaene tilhører



læreplanens overordnede del, berører sentrale samfunnsutfordringer og har som hensikt å bidra til elevenes læring, både i de enkelte fagene men også til en helhetlig forståelse på tvers av fag (Utdanningsdirektoratet, 2020a). I tillegg er modellering og anvendelser et kjerneelement i matematikkfaget. Kjerneelementene skal «prege innholdet og progresjonen i læreplanene» (Utdanningsdirektoratet, 2017). I matematikk skal kjerneelementene ramme inn det «viktigaste innholdet i faget og beskriv det elevene må lære for å kunne mestre og bruke faget» (Utdanningsdirektoratet, 2019a). Kjerneelementet *modellering og anvendelser* er beskrevet på følgende måte:

*«Ein modell i matematikk er ei beskriving av verkelegheita i matematisk språk. Elevane skal ha innsikt i korleis modellar i matematikk blir brukte for å beskrive dagleglivet, arbeidslivet og samfunnet elles. Modellering i matematikk handlar om å lage slike modellar. Det handlar òg om å kritisk vurdere om modellane er gyldige, og kva avgrensingar dei har, vurdere modellane i lys av dei opphavlege situasjonane og vurdere om dei kan brukast i andre situasjonar. Anvendingar i matematikk handlar om at elevane skal få innsikt i korleis dei skal bruke matematikk i ulike situasjonar, både i og utanfor faget.»* (Utdanningsdirektoratet, 2019b).

Kjerneelementene gjelder for matematikkfaget gjennom hele grunnskolen. Dette kan tyde på at modellering og anvendelser vektlegges mer i L20 enn i LK06, noe som er i tråd med internasjonale trender i matematikk (Berget & Bolstad, 2019). Galbraith (2012) er i tvil om de som har formulert slike offisielle mål for modellering virkelig er klar over hva som kreves av støtte for at skoler, lærere og elever skal bli i stand til å lykkes med modellering, slik at deres intensjoner blir virkelighet. Hvordan lærere møter de nye målene knyttet til modellering vil være påvirket av deres forkunnskaper om temaet og holdningen til modellering som en del av matematikkfaget i barneskolen (Berget & Bolstad, 2019). Berget og Bolstad (2019) studerte innholdet i utkastet til L20 i matematikkfaget og kom frem til at det ikke er tydelig hvordan lærerne skal forstå modellering og hvordan det skal implementeres i undervisningen. De argumenterer for at arbeidet derfor kan bli utfordrende for lærere som skal undervise om modellering på barneskolen, fordi det kan kreve endring av undervisningspraksis og for mange kanskje et behov for kompetanseheving.

Fordi jeg selv snart skal jobbe som lærer i barneskolen vil det være interessant og lærerikt å få innsikt i hvordan lærere på barnetrinnet i dag tenker og arbeidet med realistiske kontekster og

matematisk modellering i undervisning, og hvordan de uttrykker seg om innføringen av L20 og det økte fokuset på matematisk modellering.

Oppgaven skal undersøke følgende problemstilling:

*Hvordan uttrykker et utvalg lærere på 1.-7. trinn seg om realistiske kontekster og matematisk modellering i egen undervisning, og hvilke tanker har utvalget om det økte fokuset på matematisk modellering i fagfornyelsen 2020?*

Videre presenteres tidligere forskning på realistiske kontekster og matematisk modellering i undervisningssammenheng, i tillegg til en grundigere avklaring av oppgavens fokus.

### 1.1.1 Tidligere forskning

Siden starten av nittitallet har matematisk modellering blitt stadig mer vektlagt i læreplaner og pensum over hele verden (Blum, Galbraith, Henn, & Niss, 2007). Artikler og forskningsrapporter som omhandler matematisk modellering i sammenheng med utdanning har økt kraftig i antall de siste årene. Dette har ført med seg mange ulike oppfatninger og benyttelser av begrepet, noe som kan forvirre både erfarne forskere og uerfarne studenter (Galbraith, 2012). Det finnes ulike måter å jobbe med modellering på og forskjellige syn på hva som er kompetanse i modellering (English, Ärlebäck, & Mousoulides, 2016). Kaiser og Sriraman (2006) har undersøkt internasjonale perspektiver på modellering i matematikkundervisning og funnet ut at det hele tiden skjer en utvikling i diskusjonen om modellering og anvendelser. De fant at nye tilnærminger til temaet bygget på tidligere og eksisterende oppfatninger, samtidig som det finnes et stort antall ulike forståelser av modellering. Kaiser og Sriraman etterlyser en presisering av begreper for å kunne skape en mer skjerpet diskusjon som igjen kan føre til større gjensidig forståelse. Dette prosjektet tar utgangspunkt i Blum og Borromeo Ferri (2009, s. 45) sin beskrivelse av matematisk modellering: «Matematisk modellering handler om å oversette mellom virkelighet og matematikk, i begge retninger». Modellering kan skape forståelse for matematiske konsepter og hvordan de brukes i møtet med reelle utfordringer (Siller, Kuntze, Lerman, & Vogl, 2012). I følge Julie (2002) er modellering en gunstig metode for å gi elever erfaringer med realistisk matematikk. Lesh og Doerr (2003a) argumenterer for at bruk av genuine og realistiske kontekster er en egnet metode for å øke elevers matematiske forståelse. At matematisk modellering og realistiske kontekster knyttes sammen på denne måten gjør at jeg fant det

naturlig å undersøke hvordan barneskolelærere som underviser i matematikk uttrykker seg om begge temaene.

Borromeo Ferri og Blum (2013) påpeker at modellering blir løftet frem som en essensiell del av matematisk kompetanse i utdanningsforskning, utdanningsdebatt og læreplaner. Likevel ser de et stort gap mellom det behovet for kompetanse i matematisk modellering som blir pekt på i forskning og utdanningsdebatt, og erfaringer fra hvordan matematisk modellering kommer til uttrykk i skolen. Blum og Borromeo Ferri fant i sin undersøkelse fra 2013 at matematisk modellering ikke blir tatt tak i av lærere fordi de anser det som for avansert for yngre elever. Mitt prosjekt undersøker ikke elevenes egne opplevelser av læringsarbeid knyttet til realistiske kontekster modellering og hvilket læringsutbytte de har av modelleringsaktiviteter. Jeg undersøker heller ikke samspill mellom lærere og elever i forbindelse med aktiviteter knyttet til realistiske kontekster og matematisk modellering. I denne studien er jeg opptatt av lærerne og deres tanker om begrepene realistiske kontekster og matematisk modellering tilhørende bruk av disse i eget klasserom. Dette innebærer lærernes betraktninger av både sine egne og elevene deres sine opplevelser i forbindelse undervisning om realistiske kontekster og matematisk modellering. Borromeo Ferri og Blum (2013) utformet, i sin undersøkelse av barneskolelærere sine erfaringer med å implementere modelleringsaktiviteter i sin undervisning, ferdige påstander som lærerne skulle ta stilling til. I min studie har jeg vært opptatt av at lærerne skulle kunne uttrykke seg relativt fritt om egne oppfatninger av begrepene realistiske kontekster og matematisk modellering, om begrepenes rolle i undervisning, samt det økte fokuset på modellering i L20.

Når det gjelder empirisk forskning på modellering og lærere har Borromeo Ferri (2013) utarbeidet en forskningsoversikt, og funnet at det i hovedsak er to temaer som har blitt belyst. Det ene er effektive undervisningsmetoder som kan brukes for å lære matematisk modellering. Det andre er hvordan lærerutdanningene kan utvikles, evalueres og optimaliseres i forbindelse med temaet modellering. Borromeo Ferri fant flest undersøkelser som fokuserte på undervisningsmetoder knyttet til matematisk modellering. Lesh (2003) har forsket på hvilke inngrep som kan være nødvendige at læreren kjenner til i forbindelse med undervisning i modellering og vektlegger lærerens viktige rolle når aktiviteter med modellering skal gjennomføres. Forskning på lærere og implementering av modellering i undervisningen har vist at lærere kan møte på en rekke utfordringer i dette arbeidet (Maass & Engeln, 2018). I forbindelse med LEMA-prosjektet kom det frem at lærere har lite kunnskap om matematisk

modellering og modelleringsprosessen. Prosjektet var internasjonalt og hadde som mål å utforme et fagutviklingskurs for modellering (Maaß & Gurlitt, 2010). Andre undersøkelser har funnet at lærere mangler oversikt over betydningen av modellering i det daglige undervisningsarbeidet (Siller, Kuntze, Lerman, & Vogl, 2011). Forskningen som har vært gjort på matematisk modellering i skolen har hittil i hovedsak fokusert på ungdomsskolen og trinnene oppover, og omfanget av studier knyttet til de yngste klassetrinnene har vært begrenset (English et al., 2016).

For å kunne tilrettelegge for gode læringsmuligheter i matematisk modellering kreves det at læreren har profesjonell kunnskap knyttet til matematisk modellering i klasserommet. Kompetansen innebærer kunnskap om matematisk modellering, modelleringsprosessen og relevant teknologisk kunnskap. Det er også behov for kompetanse om undervisning i modellering og hvordan støtte elever i arbeidet med matematisk modellering (Kuntze, Siller, & Vogl, 2013). I forbindelse med implementering av matematisk modellering i undervisningen kan det også dukke opp utfordringer knyttet til læringsmiljø og normer i klasserommet, ressurser, samarbeid i lærerkollegiet, utvikling og ledelse av skolesystemet samt skole- og utdanningspolitikk (Maass & Engeln, 2018).

### 1.1.2 Oppgavens fokus

Julie (2002) har argumentert for at modellering en gunstig metode som kan brukes til å gi elever erfaringer med realistisk matematikk. Matematisk modellering har kommet til hyppigere til uttrykk i L20, sammenlignet med tidligere læreplaner (Berget & Bolstad, 2019). Begrepet er tilstede i kompetansemålene for matematikk etter 4. trinn (Utdanningsdirektoratet, 2019c) og som et eget kjerneelement i matematikk (Utdanningsdirektoratet, 2019b). At matematisk modellering blir vektlagt i kompetansemål og kjerneelementer i L20, er en tendens som kan tyde på at matematisk modellering skal være mer tydelig tilstede i matematikkundervisningen på barneskolen, enn det har vært tidligere. Den enkelte lærers kompetanse og forståelse av matematisk modellering vil avgjøre hvordan begrepet implementeres i undervisningen (Thomas & Hart, 2013); (Skott, 2015)). Det kommer frem at L20 kanskje ikke er tydelig nok om hvordan arbeidet med modellering skal foregå i matematikkundervisningen (Berget & Bolstad, 2019).

Modellering handler om å konstruere en matematisk beskrivelse av en reell situasjon med den hensikt å løse et realistisk problem (Smith & Morgan, 2016). I følge Julie (2002) egner

modellering seg til å skape matematiske erfaringer som kan knyttes til realistiske situasjoner. Modellering er et stadig mer aktuelt tema i internasjonal forskning knyttet til matematisk kompetanse, og blir ansett som nødvendig for deltakelse i samfunnsutviklingen (Julie, 2002). Selv om modellering har blitt fremhevet som en essensiell matematisk kompetanse i utdanningsforskning, er det fortsatt et begrenset hvor mye forskning som knytter seg til de fire yngste klassetrinnene. Tidligere studier har vist at lærere mangler kompetanse om matematisk modellering, og at mange ikke implementerer det i undervisningen fordi de anser modellering som for avansert for de yngste elevene (Borromeo Ferri & Blum, 2013). Fordi modellering handler om å koble reelle situasjoner og matematikk sammen vil det ikke være unaturlig å undersøke realistiske kontekster i forbindelse med matematisk modellering. Det gjør at jeg ser det som interessant å undersøke hvordan et utvalg lærere på 1.-7. trinn uttrykker seg om realistiske kontekster, matematisk modellering og det økte fokuset på modellering i L20.

Opgavens problemstilling er:

*Hvordan uttrykker et utvalg lærere på 1.-7. trinn seg om realistiske kontekster og matematisk modellering i egen undervisning, og hvilke tanker har utvalget om det økte fokuset på matematisk modellering i fagfornyelsen 2020?*

For å undersøke problemstillingen har jeg valgt å gjøre intervjuer med seks lærere som underviser i matematikk på 1.-7. trinn. Hensikten er å få frem deres egne tanker om innholdet i begrepene realistiske kontekster og matematisk modellering. Jeg skal også undersøke hvordan de uttrykker seg om arbeidet med realistiske kontekster og matematisk modellering i undervisning. I tillegg søker jeg innsikt i hva lærerne tenker om at modellering kommer tydeligere til uttrykk i matematikkfaget i L20.

I arbeidet med å skaffe innsikt i problemstillingen har jeg formulert følgende forskningsspørsmål:

*Hvordan uttrykker lærere seg om realistiske kontekster i matematikkundervisning på barnetrinnet?*

*Hvordan uttrykker lærere seg om matematisk modellering i undervisning på barnetrinnet?*

*Hvordan uttrykker lærere seg om den nye læreplanen 2020, med særlig vekt på kjerneelementet «modellering og anvendelser»?*

Oppgaven fortsetter med prosjektets teoretiske grunnlag, som fokuserer på realistiske kontekster i matematikk og matematisk modellering. Videre presenteres og forklares valg av metode, før datamaterialet tolkes og analyseres i lys av det teoretiske grunnlaget. Oppgaven avsluttes med en diskusjon av funn som kan relateres til prosjektets forskningsspørsmål.

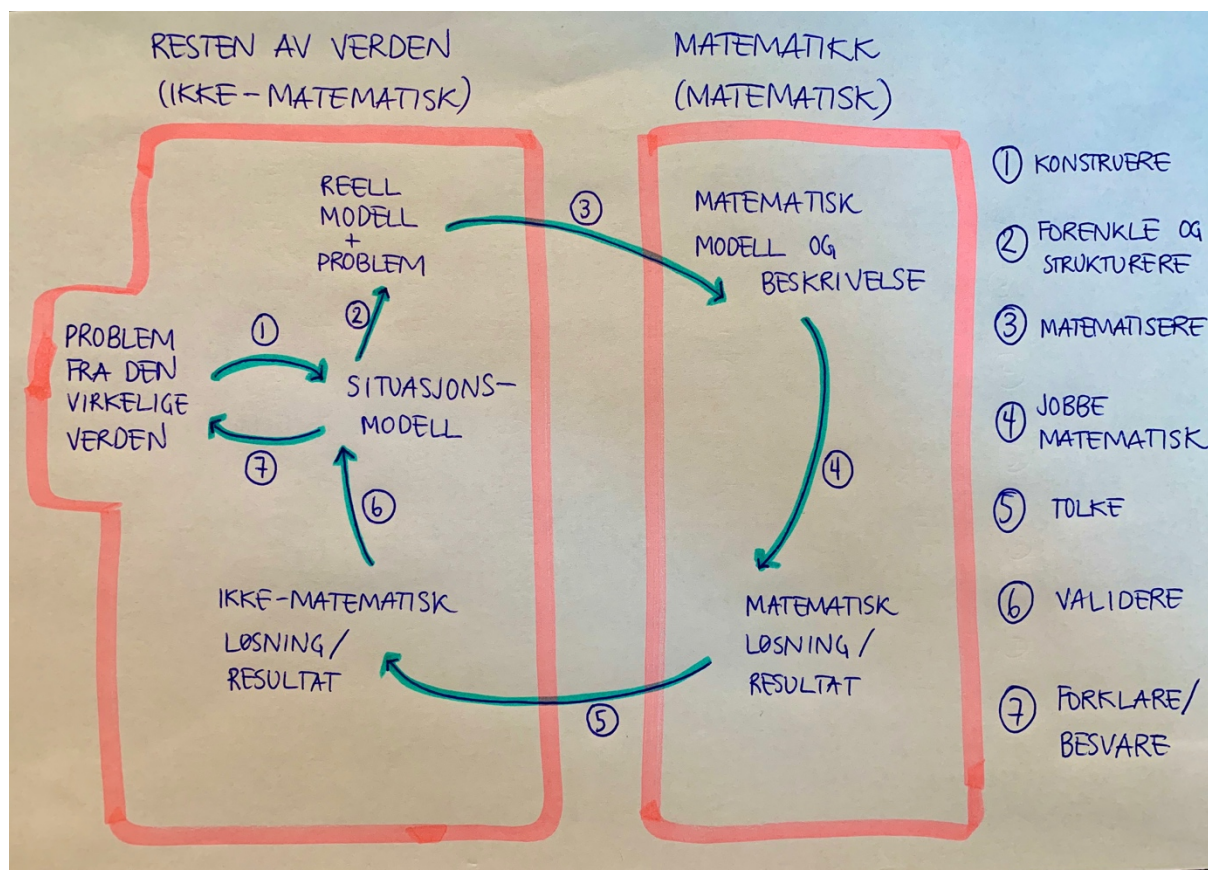
## 2 Teoretisk grunnlag

### 2.1 Matematisk modellering

Den internasjonale debatten rundt modellering viser at det ikke eksisterer noen entydig forståelse av begrepet (Kaiser & Sriraman, 2006). I denne studien benyttes oppfatningen av at modellering er «prosessen med å oversette mellom den virkelige verden og matematikken, i begge retninger» (Blum & Borromeo Ferri, 2009, s. 45). Det kan brukes til å reflektere over eksisterende matematiske konsepter og hvordan de benyttes til å løse reelle problemer (Siller et al., 2012). En matematisk modell er et forhold mellom noe matematisk og noe ikke-matematisk. Det går ut på å etablere en relasjon mellom et fenomen og matematikken, ved at matematikk brukes som et verktøy til å forstå hverdagslige situasjoner. Ofte er denne overgangen ikke bevisst for oss, for eksempel når tallet 31 representerer et husnummer eller plasseringen din i køen på apoteket (Blomhøj, 2003). Andre ganger er modellene mer kompliserte og krever matematisk kompetanse for å kunne analyseres. Et eksempel på en slik modell er optimal plassering av luftambulansetjenestene i Norge (Røislien, et al., 2017).

#### 2.1.1 Modelleringsprosessen

Blum og Borromeo Ferri (2009) beskriver matematisk modellering som en «prosess». Denne prosessen vil, med utgangspunkt i definisjonen av matematisk modellering, være basert på en ikke-matematisk situasjon som gjennom ulike faser bearbeides før det til slutt ender opp med et produkt som er ment å beskrive situasjonen matematisk, for eksempel en matematisk modell. Blum og Leiß (2007) bruker begrepene «modelleringscyklus» og «modelleringsprosess» for å beskrive dette arbeidet. Denne oppgaven tar utgangspunkt i Blum og Leiß og sin beskrivelse av modelleringsprosessen:



Figur 1 Modelleringssyklusen

Figuren er min gjengivelse av "The modelling cycle", hentet fra: Blum, W., & Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan, *Mathematical Modelling Education, Engineering and Economics-ICTMA 12* (pp. 222-231). Chichester: Horwood Publishing.

Beskrivelsen deler prosessen inn i to deler: matematisk og ikke-matematisk. Pilene og tallene viser hvordan prosessen går ut på å jobbe seg gjennom syv steg. Arbeidet foregår med utgangspunkt i et problem fra den virkelige verden som blir tatt inn i matematikken med mål om et resultat som kan beskrives og forstås i begge delene (Blum & Leiß, 2007, ss. 225-227). De to første stegene går ut på å forstå situasjonen som skal beskrives og jobbe med å gjøre den forståelig. I denne fasen skal også sentrale hensyn avklares. Berget og Bolstad (2019, ss. 85-86) har brukt situasjonen med å velge mobilabonnement som eksempel for å forklare prosessen. Da vil startfasen handle om å kartlegge forbruk av ringeminutter, tekstmeldinger og datatrafikk, før man henter inn informasjon om ulike abonnement. For å avklare situasjonen kan det være nødvendig å lage en «situasjonsmodell». Det kan gjøres med en enkel illustrasjon av den informasjonen som er tilgjengelig. Steg nummer tre handler om å bruke et matematisk språk til å utforme en modell som kan representere informasjonen fra



steg én og to. Utformingen av en representasjon kan innebære å finne frem til en matematisk formel eller sammenheng som kan beskrive situasjonen (Blum & Leilß, 2007). I eksempelet med mobilabonnement vil det bety å formulere prisen som en funksjon av forbruket i de aktuelle abonnementene, og for eksempel skissere grafer som illustrerer sammenhengene (Berget & Bolstad, 2019). I det fjerde og femte steget er målet å finne frem til en matematisk løsning på situasjonen. Det vil innebære å lese av på grafene for å finne frem til det tilbudet som er best tilpasset den opprinnelige situasjonen, for eksempel det rimeligste mobilabonnementet. Neste steg, nummer seks, er å vurdere om løsningen er rimelig og om situasjonen nå kan forstås både matematisk og ikke-matematisk (Blum & Leilß, 2007). I denne fasen må det også undersøkes om det eventuelt må gjøres noen endringer. For mobilbruk kan det handle om variasjon i forbruk eller spesielle tilbud fra tilbydere. I det syvende steget skal den valgte løsningen forklares med bakgrunn i den opprinnelige informasjonen og de forutsetningene det har blitt jobbet ut i fra, slik at andre kan forstå og benytte modellen. Det er viktig å få frem at forutsetninger kan variere, for eksempel forskjeller i hvor mye mobilen brukes (Berget & Bolstad, 2019). Det vil ofte være nødvendig å gjennomføre modelleringsprosessen flere ganger. Arbeidet er ikke-lineært og vil sjelden skje i rekkefølge fra steg én til syv. I løpet av prosessen vil man flytte seg mellom den matematiske og den ikke-matematiske delen flere ganger. Arbeidet krever at man må prøve seg frem gjennom å gjøre ulike valg og vurderinger, og det kan ofte være mange veier til målet (Blum & Leilß, 2007).

Matematisk modelleringskompetanse er evnen til å selvstendig kunne gjennomføre og forstå alle delene av modelleringsprosessen i sammenheng med en situasjon. Dette er sammensatt av flere delkompetanser og krever i tillegg forståelse av hensikten bak modelleringsarbeidet. For at elever skal kunne oppnå denne kompetansen bør de gis muligheten til å arbeide med alle stegene og delprosessene i modelleringssyklusen. Dette er tidkrevende og utfordrende arbeid for både lærere og elever (Blomhøj & Jensen, 2003). Dersom noe skal prioriteres, mener Blomhøj og Jensen (2003) at det bør være den delen av prosessen som handler om å matematisere informasjon.

### 2.1.2 Model eliciting activities

I følge OECD bør matematikkpensumet i skolen reflektere virkeligheten og fremme innovative anvendelser av faget. Begrunnelsen er at matematikk står sentralt i den raske utviklingen innenfor teknologi og vitenskap (OECD, 2008). Effektene av utviklingen påvirker

verden rundt oss og krever tilpasset kompetanse av fremtidens skoleelever og studenter. En viktig egenskap er å kunne løse ikke-rutinepregede realistiske oppgaver. Dette kan gjøres gjennom Mathematical Model Eliciting Activities (MEA), som oversettes til norsk som matematiske modell-fremkallende aktiviteter, uten at dette nødvendigvis er en dekkende oversettelse. MEA er aktiviteter som gir elevene mulighet til å arbeide med realistiske utfordringer som skiller seg fra rutinepregede drill-oppgaver. De kjennetegnes ved å oppfordre elevene til å stille spørsmål og bli kjent med kompleksiteten og oppbygningen til situasjoner som er strukturert av matematikk. Hensikten er å utvikle betydningsfulle matematiske ideer (Gilat & Amit, 2013). I tradisjonell problemløsning er målet å prosessere informasjon ved hjelp av en gitt prosedyre. Modell-fremkallende aktiviteter kan defineres som prosessen i seg selv. Hensikten er at elevene skal komme frem til en modell fra et opprinnelig problem og benytte denne på en ny situasjon. Dette skal motivere elever ved å gi dem naturlige erfaringer med meningsfull matematikk (Kaiser & Sriraman, 2006).

## 2.2 Realistiske kontekster

«Matematisk modellering handler om å oversette mellom virkelighet og matematikk, i begge retninger» (Blum & Borromeo Ferri, 2009, s. 45). Arbeidet går ut på å konstruere en matematisk beskrivelse av en reell situasjon med den hensikt å løse et realistisk problem (Smith & Morgan, 2016). Både Opplæringslova (1998), og fagfornyelsen (Berget & Bolstad, 2019); (Utdanningsdirektoratet, 2019d)) fokuserer på at det elevene lærer på skolen skal forberede dem på den virkeligheten de møter utenfor klasserommet. Problemer og utfordringer i forbindelse med læring av matematikk vil i ulik grad være påvirket av den virkelige verden (Blum et al., 2007). For å koble matematikken i klasserommet og verden utenfor sammen blir begreper som kontekstoppgaver, virkelighetsnære oppgaver, reelle, realistiske og autentiske kontekster benyttet og det finnes ulike forståelser av disse (Brown, 2019). Det kan være utfordrende å undersøke realistiske kontekster fordi det ikke finnes en etablert definisjon av begrepet. Denne oppgaven tar utgangspunkt i en bred forståelse av begrepene og vil benytte *realistiske kontekster* som en samlebetegnelse på situasjoner som kan relateres til hverdagslige utfordringer, verden rundt oss og forberede til fremtidig yrkesliv (Blum et al., 2007) og som kan forbindes med matematikk. Dette er situasjoner som presenterer velkjente kontekster, ikke avslører en åpenbar algoritme for løsningen og som kan løses på ulike nivåer (van den Heuvel-Panhuizen, 1999).

I matematikkfaget kan realistiske kontekster blant annet være:

- tekstoppgaver hvor elevene skal trekke ut relevant informasjon og velge fremgangsmåte
  - enkle analogier, som for eksempel å relatere tall til temperaturer
  - analysere virkelige data, for eksempel gjennomsnitt og median for høyde eller skostørrelsen til elevene i klassen
  - diskusjoner om matematikk i samfunnet, for eksempel misbruk av statistikk
  - representasjon av matematiske begreper, for eksempel geometriske figurer
  - matematisk modellering av reelle fenomener, for eksempel hvordan temperatur og årstid henger sammen
- (Gainsburg, 2008).

### 2.2.1 Realistiske kontekster og undervisning

Beswick (2011) viser til flere forskere som er enige om at det er ineffektivt å lære matematikk som prosedyrer før det knyttes til situasjoner. Elever bør begynne å lære matematikk i konkrete sammenhenger og returnere til disse jevnlig samtidig som de lærer mer abstrakt matematikk. Å knytte det faglige innholdet til elevenes interesser kan motivere (Boaler, 2003) og øke forståelsen for og verdsettelsen av matematiske konsepter, både fra egen hverdag og globale prosesser (Beswick, 2011). Arbeidet med realistiske oppgaver egner seg godt til samarbeid fordi de ofte krever flere operasjoner og strategier for å kunne løses. Det er også en god mulighet til å øke elevenes engasjement i faget, gjennom at de kan foreslå situasjoner fra egen hverdag som kan brukes i matematikkundervisningen (Beswick, 2011). En utfordring med realistiske oppgaver er at operasjonene som kreves for å løse oppgavene ofte går ut over den kompetansen elevene lærer i skolen (English, 2006).

RME står for realistic mathematics education og oversettes til realistisk matematikkundervisning. Det er en instruksjonsteori spesifikk for matematikk, som er utviklet i Nederland. Det karakteristiske for RME er at rike, realistiske situasjoner blir gitt en sentral posisjon i læringen av matematikk. Teorien innebærer å benytte matematiske problemer basert på situasjoner elevene kan kjenne seg igjen i, både fra den realistiske verden og fra fantasien deres (van den Heuvel-Panhuizen & Drijvers, 2014). Undervisningen bygger på at matematikk læres i settinger hvor det oppleves som nyttig. Hensikten er å gjøre faget mer tilgjengelig for elevene (Beswick, 2011). RME sikter på å få elevene til å utvikle meningsfylte

og fleksible matematiske prosedyrer, begreper og verktøy som kan brukes på forskjellige måter (Beswick, 2011). Freudenthal (1968) fremhevet at matematikk er en disiplin som virkelig viser sin nytteverdi når den abstraheres fra konkrete settinger og kan brukes fleksibelt på et uendelig antall situasjoner.

Elever har ulike måter å lære matematikk på, og realistiske kontekster kan fungere som både bro og barriere for innlæringen (Boaler, 2003). Hva som er en autentisk oppgave vil avhenge av hvem som løser den (Kramarski, Arami, & Mevarech, 2002). Noen elever ignorerer konteksten, mens andre vil bli for opphengt i denne og glemme det matematiske fokuset (van den Heuvel-Panhuizen, 1999). Kramarski et al. (2002) fant ut at både lavt- og høyt presterende elever kan ha utfordringer med realistiske kontekster. Svake elever sliter med å skille ut relevant informasjon. De sterke elevene gir opp i mangelen av en åpenbar algoritme og rask løsning. Hva som fungerer for hvilke elever vil variere veldig og en effektiv bruk av realistiske kontekster krever at læreren kjenner den enkelte elev og elevgruppe (Beswick, 2011). Wager (2012) fant ut at dette kan være utfordrende å få til, blant annet fordi lærerne har begrenset med tid til å utvikle matematiske aktiviteter som er realistiske for elevene. Hiebert et al. (1996) utfordret oppfatningen om at oppgaven i seg selv er det som motiverer elevene. De argumenterte for at elevers engasjement styres av hvilke forkunnskaper de har for å kunne løse oppgaven og hvordan læringskulturen i klasserommet er, altså hvilke verdier og forventninger de opplever rundt det å skulle løse oppgaver.

### 2.2.2 Realistiske kontekster og modellering

Forskjellen mellom realistiske kontekster og matematisk modellering er at realistiske kontekster er situasjoner som kan *relateres* til hverdagslige utfordringer og verden rundt oss (Blum, et al., 2007). I forbindelse med matematikk er det situasjoner som *presenterer* velkjente kontekster, ikke avslører en åpenbar algoritme for løsningen og som kan løses på ulike nivåer (van den Heuvel-Panhuizen, 1999). Matematisk modellering er «*prosessen med å oversette mellom den virkelige verden og matematikken, i begge retninger*» (Blum & Borromeo Ferri, 2009, s. 45). Matematisk modellering kan brukes til å *reflektere* over eksisterende matematiske konsepter og hvordan de *benyttes* til å løse reelle problemer (Siller et al., 2012).

Dersom oppgaver, tall og data blir behandlet uten noe kontekst eller sammenheng, kan elevene bli vant til rutinepregede løsningsstrategier (Lesh & Doerr, 2003a). Oppgaver og

utfordringer hvor et genuint og reelt problem skal løses og som krever bruk av ulike matematiske prosesser vil være spesielt gunstig for å øke elevenes forståelse av databehandling (Lesh & Doerr, 2003a). Galbraith (2012) påpeker at det ikke nødvendigvis alltid er slik at realistiske kontekster vil skape betydningsfull læring i modellering. Selv om det kan være utfordrende å inkorporere virkelige situasjoner i skolematematikken, er idealet at elevene skal oppleve problemene som relevante og realistiske. Modellering kan være en måte å oppnå dette på (Julie, 2002). Matematiske utfordringer i den virkelige verden er sjeldent formulert som en oppgave. For at modellering skal være realistisk er det sentralt å formulere et matematisk problem ut fra en realistisk situasjon hvor den matematiske sammenhengen ikke nødvendigvis er åpenbar (Galbraith, 2012). Bonotto (2010) argumenter for at det å formulere problemer er en viktig del av modellering fordi det krever en matematisk idealisering av et fenomen fra virkeligheten. Hun mener at arbeidet med matematisk modellering kan begynne tidlig på barneskolen. På dette nivået har ikke elevene alltid de nødvendige begrepene og redskapene for å kunne matematisere. De kan likevel jobbe med problemer som fremmer modellering og utvikling av matematiske begreper. Arbeidet avhenger av realistiske problemer som elevene kan relatere seg til.

Oppgaver med realistisk kontekst har som hensikt å appellere til elever (Beswick, 2011). For at elevene skal oppleve modellering som nyttig og realistisk må oppgavene legges til rette for dette. Under arbeid med typiske aritmetikk-, eller drilloppgaver, som ikke knyttet til virkeligheten, kan elevene oppleve at sunn fornuft og realistiske betraktninger ikke er hensiktsmessig for å løse problemet og komme frem til riktig svar. Å løse rutinepregede oppgaver kan gjøre at elevene blir mer opptatt av å finne løsningen enn å forstå innholdet av og begrunnelsen for det de fant ut (Bonotto, 2010). De som utarbeider lærebøker og oppgaver i matematikk jobber for å sette fagstoffet inn i en kontekst som skal hjelpe til å utvikle elevenes matematiske kompetanse. Her er utfordringen de tilfellene hvor det jobbes ut fra oppfattelsen av at dette også kan kalles matematisk modellering (Julie, 2002).

## 2.3 Modellering i skolen

### 2.3.1 Matematisk modellering og undervisning

Det er påvist at læreres oppfatning av matematikk virker inn på undervisningspraksisen (Skott, 2015). Blum og Borromeo Ferri (2009) argumenterer for at modellering har en mye

mindre fremtredende rolle i klasserommet enn det som er ønsket i utdanningsdebatten og mener det kan skyldes at matematisk modellering er utfordrende for både lærere og elever. Læreren spiller en viktig rolle for å tilrettelegge og støtte elevene i prosessene som skal gi dem erfaringer og kompetanse i modellering (Thomas & Hart, 2013). Selv om modellering ble en del av utdanningsstandarden i den tyske grunnskolen i 2003, fant Borromeo Ferri og Blum i sin undersøkelse fra 2013 at et stort antall lærere ikke brukte matematisk modellering og var redd for å implementere det i sin undervisning, fordi de anså modellering som for avansert for de laveste klassetrinnene (Borromeo Ferri & Blum, 2013). Kuntze et al. (2013) undersøkte hvordan et utvalg østerrikske lærere så på sin egen kompetanse i å lære bort modellering. Lærerne de snakket med var negative til egen kompetanse i å lære bort matematisk modellering. Kuntze et al. fant at det var et behov for mer profesjonell utvikling på dette området, både hos ferdigutdannede lærere og i lærerutdanningen. Modellering og modelleringssyklusen er avanserte prosesser som brukes til å skape overganger mellom matematikk og virkelighet (Borromeo Ferri, 2013). Borromeo Ferri (2013) mener at det er læreres ansvar å skaffe seg kunnskap om i hvert fall enkelte deler av disse prosessene for å kunne bruke det i undervisningen. En mulighet kan være å implementere det i lærerutdanningen og å gjennomføre kurs med ferdig utdannede lærere (Borromeo Ferri, 2013). Borromeo Ferri og Blum (2010) mener at lærere bør få erfaringer med modellering både gjennom teori og praksis, knyttet opp mot undervisning i skolen.

Borromeo Ferri og Blum (2013) viser til Lesh (2003b), som i sine studier fant ut at elever i grunnskolen er i stand til å jobbe og oppnå gode resultater med modellering, men at dette avhenger av lærerens interesse og kunnskap om emnet. De trekker også frem Schmidt (2006), som i sin forskning fant tre hovedfaktorer som hindrer lærere i å bruke modellering i undervisningen sin. Det første er at lærere opplever arbeidet med modelleringsoppgaver som tidkrevende. Det andre er mangel på det nødvendige utstyret som passer til modellering og det tredje er at lærerne ikke føler seg kompetent til å vurdere elevene i modelleringsaktiviteter (Borromeo Ferri & Blum, 2013). Mangelen på kompetanse i modellering kan skyldes at mange er uten erfaringer med dette fra sin utdanning (Julie, 2002).

Det finnes ikke noen universell oppskrift på hvordan undervisning i modellering skal foregå. Læreren oppfatning av modellering vil være avgjørende for hvordan elever møter denne delen av matematikken (Siller et al., 2012). For å kunne skape gode læringsmuligheter for modellering i matematikk er det nødvendig at læreren har profesjonell og relevant kunnskap

om modellering og hvordan det kan relateres til varierte situasjoner i matematikk. Kompetansen som kreves for å tilrettelegge for læringsmuligheter i modellering er sammensatt. Det består blant annet av generell kunnskap om modellering i matematikk, modelleringssyklusen, pedagogisk kompetanse, bruk av teknologi i modellering og hvordan støtte og vurdere elevenes modelleringsarbeid (Kuntze et al., 2013). Blum og Borromeo Ferri (2009) har utarbeidet fire forslag som kan være nyttige for lærere i arbeidet med å tilrettelegge for læringsmuligheter i modellering. Det første går ut på å utarbeide passende modelleringsoppgaver som gir elevene mest mulig frihet til å arbeide individuelt, uten at læreren styrer arbeidet. Det andre handler om å støtte elevene og oppfordre dem til å se etter alternative måter å løse oppgaver på. For å få til dette må læreren være kjent med oppgavens muligheter. Forslag nummer tre er at læreren må beherske varierte metoder og strategier å møte elevene med underveis i modelleringsarbeidet. Det fjerde forslaget er at læreren må ha kompetanse til å støtte opp under ulike løsningsstrategier for modelleringsoppgaver, som knyttes tett sammen med innholdet i modelleringsprosessen. Borromeo Ferri (2013) argumenterer for at læreren, i tillegg til å ha grundig matematisk kompetanse i modellering, må ha noe hun kaller for PCK, som oversettes til pedagogisk innholdskompetanse på norsk. Dette handler om evnen til å lære bort modellering og anvendelser på en måte som tilrettelegger for læring hos elevene.

Maass og Engeln (2018) mener at undervisning i modellering bør sentreres rundt elevene og henvende seg til utfordringer fra den virkeligheten de kjenner til. Det krever at læreren legger til rette for situasjoner hvor elevene får diskutere, prøve ut, formulere og tilpasse arbeidet sitt innenfor en ramme med ganske stor frihet. Læreren skal bygge på elevenes forkunnskaper og utfordre dem gjennom spørsmål og diskusjoner og åpne opp for ulike synspunkter, både i større og mindre grupper. I følge Lesh og Doerr (2003b) kan arbeid med modellering gi læreren innsikt i og forståelse for elevenes matematiske tankegang. Borromeo Ferri (2013) fant at de mest fremtredende utfordringene hos lærere i forbindelse med undervisning i modellering handlet om vurdering, ressurser og tid.

### 2.3.2 Elever og modellering

Skoleelever vokser opp i en verden fylt av statistikk og data som hele tiden utvikles videre. Som deltakere i dagens og fremtidens samfunn vil elevene få behov for å kunne tolke og forstå dataene som møter dem for å henge med på utviklingen (English, 2006). For å få innsikt i dataene er det viktig at elevene blir gitt muligheten til å kunne undersøke og forstå

grunnlaget for dem (Barbosa, 2006). Teknologi kan forenkle beregninger i matematikk, men den kan ikke alene gjøre elever i stand til å velge riktig metode for utregning og gjøre datamaterialet om til noe som kan behandles av teknologien (English, 2006). Det krever kompetanse i matematikk og modellering (Lesh & Doerr, 2003b).

English og Watters (2004) fant at modellering ofte ikke har vært tilstede i pensum før på videregående skole. De argumenterer for at de yngste elevene kan lære å modellere, generalisere og rettferdiggjøre i matematikk tidligere enn antatt. English (2006), mener at det har vært en tradisjon i skolen at de yngste elevene ikke forventes å ha det som kreves for å utvikle egne modeller og systemer som kan brukes på sammensatte situasjoner. Hun viser til forskning der det kommer frem at barn på småtrinnet kan og bør møte mer kompleks matematikk enn enkel telling og måling. Å starte tidlig med modellering kan hjelpe elevene å forstå den virkelige verden gjennom matematikk, samtidig som de utvikler sin generelle matematiske forståelse (Bonotto, 2010).

Modellering kan ha flere fordeler når det brukes i undervisningssammenheng. Det kan blant annet skape rike læringsmuligheter (Siller et al., 2012) og faglig motivasjon (Kaiser & Sriraman, 2006). Modellering kan gjennom å koble matematikk til situasjoner som ikke er matematiske, gi elevene erfaringer med hvordan faget anvendes i samfunnet og dagliglivet, slik at de kan oppleve nytteverdien av matematikk utenfor klasserommet (Blomhøj, 2003). Å jobbe med modellering kan også gjøre at elever opparbeider evnen til å stille seg kritisk til resultater fra modeller, samtidig som de får øvd seg på å kommunisere ved hjelp av matematikk (Blomhøj & Jensen, 2003). Arbeidet åpner for at elever kan lære og utvikle seg på ulike måter. Det kan brukes som en gunstig måte å lære elever å jobbe i en gruppe der de må planlegge, tilpasse og kommunisere for å nå målene sine. Dette er ferdigheter som er viktige i møte med reelle utfordringer utenfor klasserommet. Arbeidet med modellering kan få frem hvilke faktorer, sammenhenger og operasjoner elevene opplever som meningsfulle og avgjørende og kan derfor gi viktig innsikt i elevenes matematiske tenkning (English, 2006).

Modelleringsarbeidet er sammensatt for elevene. De skal observere et fenomen og formulere egne spørsmål og problemstillinger, velge ut passende metode og hjelpemidler, prøve seg frem og lete etter forklaringer og sammenhenger og vurdere mulige løsninger (Maass & Engeln, 2018). Matematiske modelleringsoppgaver krever at elevene skaper og utvikler egne matematiske ideer og løsninger (English, 2006). De er gjerne formulert slik at det er flere



metoder og løsninger som er gyldige og de kan løses på ulike ferdighetsnivåer, avhengig av elevenes forkunnskaper og kompetanse (Gilat & Amit, 2013). Gjennom å arbeide med problemer som ikke kan løses rutinemessig, kan elevene utvikle sentrale matematiske begreper og konsepter som kan videreutvikles, generaliseres og etter hvert brukes i flere sammenhenger (Doerr & English, 2003). Hensikten med dette er å få elevene til å se sammenhenger mellom matematikk og den virkelige verden, og skape forståelse for de ulike anvendelsesområdene til modellering (Maass & Engeln, 2018).

### 2.3.3 Didaktiske tilnærminger til modellering

Det finnes ulike måter å tilnærme seg undervisning om matematisk modellering på (Hansen & Hana, 2012) og prinsippet kan komme til uttrykk på en rekke forskjellige måter i klasserommet (Jablonka & Gellert, 2010). Videre presenteres Barbosa (2006) og Julie (2002) sine tredelinger av didaktisk matematisk modellering. De fokuserer på hva som er målet med aktiviteten og skiller mellom modellering som innhold, verktøy og kritikk. De ulike perspektivene er på hver sin måte viktige i læringen av modellering og matematikk (Hansen & Hana, 2012). Galbraith (2012) argumenterer for at de tre måtene å bruke modellering på, ikke skal oppfattes som motsetninger. Når modellering brukes i møte med et realistisk problem vil det ofte være behov for å benytte ulike deler av matematikken.

#### 2.3.3.1 Modellering som innhold

Modellering som innhold er betegnelsen på de situasjonene hvor det å lære modellering i seg selv er fokuset (Barbosa, 2006). Modellering som innhold handler om å konstruere matematiske modeller av sosiale og naturlige fenomener, uten forutsetning om at læringen av et gitt matematisk emne skal være resultatet av modelleringsprosessen. Det innebærer også å utvide og tilpasse eksisterende modeller for å skape større forståelse av mekanismene for matematisk modellkonstruksjon ((Hansen & Hana, 2012);(Julie, 2002)). Kompetansen er nødvendig for å kunne modellere en reell situasjon og målet med å tilnærme seg modellering på denne måten er å oppnå modelleringskompetanse (Barbosa, 2006).

#### 2.3.3.2 Modellering som verktøy

Forskjellen mellom innhold og verktøy kan være uklar, men det vil innebære en forskjell for undervisning av modellering i matematikk. Modellering som verktøy innebærer å bruke matematisk modellering som et hjelpemiddel for å lære matematisk innhold som ikke i

utgangpunktet knytter seg til matematisk modellering. Formålet er ikke å lære modelleringsprosessen og modellering i seg selv, men å bruke det som et verktøy på veien til å forstå matematiske sammenhenger og konsepter (Barbosa, 2006). Modellering som verktøy kan brukes til å lære eller rettferdiggjøre matematiske prosesser og innhold (Hansen & Hana, 2012) gjennom erfaringer med realistiske situasjoner. Hensikten er å oppnå kompetanse til å selvstendig løse problemer fra egen hverdag (Julie, 2002).

Julie (2002) argumenterer for at elever i skolen bør oppleve modellering både som innhold og verktøy. Han mener at modellering har to viktige læringsformål. Det ene er erfaringer med matematikk og problemløsning fra virkeligheten. Det andre er at det kan hjelpe elevene å utvikle en «modelleringsinfrastruktur» som vil gjøre dem i stand til å bruke matematisk kunnskap til å løse problemer i deres egen hverdag. Han fremhever viktigheten av at elevene opplever at den matematiske kunnskapen de lærer på skolen er nyttig ut over oppgaver, prøver og vurdering.

### *2.3.3.3 Modellering som kritikk*

For å kunne forstå, forholde seg til og reflektere rundt matematiske modeller i samfunnet utenfor klasserommet, vil det være gunstig å ha kompetanse i modellering. Barbosa (2006) fremhever matematikkens sosiokulturelle dimensjoner og hvordan modellering i samfunnet er kritisk av natur. Både kulturell innsikt og evnen til å tenke kritisk er nevnt under formålet med opplæringen i Opplæringslova (1998). Det er også sentralt i fagrelevans og sentrale verdier for L20 (Utdanningsdirektoratet, 2019d). Modellering som kritikk går ut på å bli i stand til å være en kritisk og engasjert samfunnsborger (Barbosa, 2006). I skolen kan modellering som kritikk brukes som et redskap for å utvikle elevenes kritiske kompetanse i matematikk (Blomhøj, 2003). Oppgaver om klima og miljø er eksempler på tema som kan være nyttig til dette formålet (Hansen, 2012). Statistikk kan misbrukes gjennom å fremstille data på en måte som tjener det formålet avsenderen ønsker. Det gjør at mottakerne bør møte modeller og data med et kritisk blikk, både det de har gjort selv og andres arbeid (English, 2010).

## 3 Metode

I denne delen presenteres bakgrunn og valg av metode, i tillegg til etiske hensyn og prosessen med bearbeiding og analyse av datamaterialet.

Etter at tema, problemstilling og forskningsspørsmål for prosjektet var bestemt, ble neste steg å velge metode for datainnsamling. Det har ikke vært et mål med prosjektet å gjøre generaliserbare funn eller kartlegge tankene til en større gruppe lærere. Hensikten med denne masteroppgaven har vært å skaffe innsikt i et utvalg av matematikklærere sine tanker rundt modellering og realistiske kontekster på 1.-7. trinn. Disse temaene er aktuelle i L20, og L20 er derfor også et tema for prosjektet. For å kunne svare på forskningsspørsmålene mine var jeg nødt til å benytte en metode som ga lærerne gode muligheter til å presentere sine oppfatninger og tanker. Jeg ønsket å få større forståelse for deres perspektiv på realistiske kontekster og modellering i matematikk, i tillegg til hvordan L20 vil påvirke matematikkundervisningen deres.

Forskningsspørsmålene i dette prosjektet er:

*Hvordan uttrykker lærere seg om realistiske kontekster i matematikkundervisning på barnetrinnet?*

*Hvordan uttrykker lærere seg om matematisk modellering i undervisning på barnetrinnet?*

*Hvordan uttrykker lærere seg om den nye læreplanen 2020, med særlig vekt på kjerneelementet «modellering og anvendelser»?*

Jeg valgte å bruke intervju som metode for datainnsamling. Hensikten med å bruke intervju som metode var å samle inn et rikt datamateriale som grunnlag for å kunne besvare forskningsspørsmålene.

### 3.1 Valg av metode

Metodevalget utgjør redskapet for hvordan et fenomen undersøkes og hvordan dataene samles inn. I forskningen skiller man tradisjonelt mellom kvantitative og kvalitative metoder.

Kvantitativ metode gir data som er målbare og kan tallfestes (Dalland, 2017). Metoden egner seg godt til å samle inn større mengder informasjon (Krumsvik, 2014). Kvalitativ metode

brukes for å samle data som ikke lar seg måle ved hjelp av tall, og egner seg i tilfeller hvor hensikten er å skaffe forståelse for andres perspektiver (Dalland, 2017). Kvantitativ metode undersøker mer generelt og kvalitativ metode ser mer på det spesielle (Krumsvik, 2014). Begge metodene gjør det mulig å skape større forståelse og innsikt i fenomenet som undersøkes, og det finnes elementer av kvantitet i kvalitativ metode og vise versa. Hovedforskjellen handler om hvordan datainnsamlingen gjennomføres. Metodevalget krever en vurdering av hva som er den best egnede metoden for å kunne besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene. Det må også tas hensyn til hva som er praktisk og realistisk å gjennomføre med tanke på prosjektets størrelse, tid til rådighet og hvilke metoder den som skal gjennomføre forskningen behersker. Forskningsprosjekter vil ha ulike begrensninger. Det er ikke alltid metoden måler nøyaktig det som var hensikten med datainnsamlingen, eller at forskeren ikke får gjennomført undersøkelsen på den mest ideelle måten. Disse faktorene kan virke inn på resultatet og må gjøres rede for (Dalland, 2017).

Prosjektet skal undersøke et utvalg matematikklærere sine tanker om realistiske kontekster, matematisk modellering og hvordan de uttrykker seg om det økte fokuset på modellering i L20. Kvalitativ forskningsmetode gjør det mulig å forstå andres perspektiv (Postholm, 2005). Dette var aktuelt for meg for å kunne svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene, og gjorde at kvalitativ metode ble vurdert som best egnet til å samle inn datamateriale. Kvalitativ forskning kan gjøres ved hjelp av flere ulike metoder, blant annet lydopptak, film, intervju og observasjon (Cohen, Morrison, & Manion, 2002). I et kvalitativt forskningsintervju skapes det muligheter for å se verden fra intervjuobjektets side, fordi metoden gjør det mulig å presentere og forklare sine tanker gjennom normalt språk (Kvale & Brinkmann, 2015). Formålet med et kvalitativt forskningsintervju er å hente inn presise beskrivelser fra informantene som kan tolkes og analyseres for å forstå betydningen det har for den som blir intervjuet. For å få til dette, er det nødvendig å stille utfyllende spørsmål og følge opp det informantens ytringer (Dalland, 2017). Kunnskapen konstrueres i samspillet mellom den som intervjuer og intervjuobjektet (Kvale & Brinkmann, 2015). Jeg ønsket muligheten til å gå i dybden for å få et større innblikk i læreres tanker om modellering og realistiske kontekster i matematikkundervisning på barneskolen. Jeg kunne benyttet kvantitativ metode ved å la lærerne ta stilling til et spørreskjema med ferdigutformede spørsmål og påstander. Jeg vurderte at det ville gi både meg og informantene mindre grad av fleksibilitet til å stille spørsmål og svare utfyllende, noe som ville begrense hvor mye av deres tanker jeg kunne få

innsikt i. Det ville gjort det vanskelig å besvare forskningsspørsmålene i prosjektet mitt. Derfor valgte jeg kvalitativt intervju som metode for datainnsamling.

For å ha muligheten til fleksibilitet og oppfølgingsspørsmål ønsket jeg å gjennomføre et semistrukturert intervju. Dette er et både et planlagt og fleksibelt intervju hvor målet er å få tak i informantens beskrivelser med den hensikt å kunne analysere, og beskrive disse etterpå (Krumsvik, 2019). Den som stiller spørsmålene tar utgangspunkt i en intervjuguide som er utarbeidet på forhånd, uten å være fullstendig bundet til dens oppbygging eller struktur. Hvilke data man får ut av intervjuet avhenger da av at den som intervjuer lytter godt til informantens svar, tolker kroppsspråk og ansiktsuttrykk, og stiller oppfølgingsspørsmål som kan gi meningsfylt og verdifull informasjon og være med på å belyse problemstillingen ytterligere (Kvale & Brinkmann, 2015).

### 3.2 utfordringer ved forskningsintervju

En utfordring ved forskningsintervjuet er det asymmetriske maktforholdet mellom den som forsker og intervjuobjektet. Den som intervjuer har definert situasjonen, bestemt temaet, er den som stiller spørsmål, velger når det skal stilles oppfølgingsspørsmål og er den som avslutter intervjuet. Forskeren stiller spørsmålene med den hensikt å få svar fra informantene og søker etter respons som er interessant og egnet til å brukes i det aktuelle prosjektet. Den som intervjuer skal i minst mulig grad påvirke intervjuobjektet. Det er forskeren som skal tolke de svarene informanten gir, og er den som har makten til å få frem informasjon uten at informanten nødvendigvis forstår akkurat hva hun er ute etter. Situasjonen skjer i forskerens interesse (Kvale & Brinkmann, 2015).

### 3.3 Etikk

Forskningsprosjekter som behandler personopplysninger faller inn under personopplysningsloven ((2018); (Thagaard, 2018)). Prosjekter som også tilhører institusjoner som har avtale med Norsk senter for forskningsdata (NSD) er da meldepliktige (Norsk senter for forskningsdata, 2019). Før gjennomføringen av intervjuene ble det sendt inn søknad og intervjuguide til NSD gjennom LATACME-prosjektet (Learning about teaching argumentation for critical mathematics education in multilingual classrooms) (LATACME, 2019). NSD godkjente gjennomføringen av dette prosjektet 25.11.2019. LATACME er et prosjekt som fokuserer på matematikkfag i grunnskolelærerutdanningen og lærerstudenters

læring. Hensikten er å få innsikt i hva som hemmer eller fremmer lærerstudenter å undervise i argumentasjon og kritisk matematikdidaktikk i flerspråklige klasserom på barnetrinnet. Et av underprosjektene handler om hvilke utfordringer som kan oppstå i forbindelse med undervisning i matematisk modellering (LATACME, 2019). Et viktig prinsipp når det samles inn informasjon fra deltakere, er at informasjonen behandles konfidensielt slik at deres identitet holdes skjult. Dette gjelder både underveis i forskningsprosessen, ved transkribering, oppbevaring og til slutt publisering av materiale. Dette hensynet gjelder også for informasjon som skal lagres for eventuelt gjenbruk (Thagaard, 2018). Fordi denne masteroppgaven er en del av LATACME ble informantene bedt om å samtykke til at opplysningene deres kan behandles av LATACME-prosjektet frem til det ferdigstilles. Lydfilene fra mine intervjuer ble oppbevart på en ekstern disk og under transkripsjonen var datamaskinen som ble benyttet ikke tilkoblet internett. Hensikten var å unngå at lydfilene og transkripsjonen ble delt med andre enn veileder, LATACME-gruppen og meg selv. Informantene ble anonymisert og gitt fiktive navn fra første stund. Både lydfiler og transkripsjoner har under hele prosessen vært oppbevart på en ekstern disk og vil bli slettet så fort prosjektet er avsluttet.

### 3.4 Samtykke

Et utgangspunkt for alle forskningsprosjekter som involverer deltakere, er at de frivillig må ha gitt sitt samtykke basert på tilstrekkelig informasjon om forskningen. Dette bygger på at alle har rett til å bestemme over hvilke opplysninger om seg selv som deles med andre (Thagaard, 2018). I forskning som innebærer en viss grad av fleksibilitet, for eksempel et semistrukturert intervju, er det ikke alltid mulig å informere informanten fullstendig om hva han kan bli spurt om. En utfordring innenfor kvalitativ forskning er at dersom deltakerne får veldig detaljert informasjon om prosjektet kan det påvirke hvordan de opptrer i datainnsamlingen. Det innebærer at forskeren må være bevisst sitt etiske ansvar gjennom hele prosessen (Thagaard, 2018). I forkant av intervjuet fikk informantene utdelt et informasjonsskriv om denne masteroppgaven og LATACME-prosjektet (vedlegg 1 Samtykkeskjema). De fikk informasjon om at de var valgt ut fordi de var lærere på 1.-7. trinn som underviste i matematikk. I informasjonsskrivet ble de bedt om å samtykke til å delta i et anonymt intervju med lydopptak, og at opptakene blir lagret konfidensielt hos Høgskolen på Vestlandet til LATACME-prosjektet avsluttes.

### 3.5 Intervjuguide

En metode for å sikre god koherens i studien, er å utarbeide intervjuguiden med utgangspunkt i forskningsspørsmålene fra prosjektet (Krumsvik, 2019). Koherens betyr at det er sammenheng mellom det studien skal undersøke og de spørsmålene som stilles i intervjuene. Under utarbeidelsen av intervjuguiden var målet å komme frem til spørsmål som åpnet opp for lærernes egne tanker og meninger rundt temaene, slik at jeg fikk tak i informasjon som kunne benyttes til å besvare min problemstilling og mine forskningsspørsmål. Jeg ønsket at intervjuet skulle ha en sammenheng og bygges naturlig opp mot temaet matematisk modellering på barneskolen. Under utarbeidelsen av intervjuguiden ble det naturlig å starte intervjuet med å spørre om realistiske kontekster, fordi jeg vurderte realistiske kontekster som et begrep som muligens var mer kjent for informantene sammenlignet med modellering. Denne vurderingen handlet om å skaffe et godt utbytte av intervjuene, fordi det kanskje var enklere for informantene å snakke om realistiske kontekster enn modellering.

Et av spørsmålene fra intervjuguiden er: *Hva tenker du om matematisk modellering på barnetrinnet?*

Når det brukes faguttrykk i intervjuene finnes det en risiko for at informanten legger en annen betydning i begrepene enn forskeren (Krumsvik, 2019). I spørsmålet over er «matematisk modellering» eksempel på et slikt faguttrykk. Jeg ønsket innsikt i lærernes egne tanker om matematisk modellering. Fordi den som intervjuer skal påvirke informanten i minst mulig grad (Kvale & Brinkmann, 2015) valgte jeg å vente med å eventuelt avklare begrepet til informantene hadde formulert sin forståelse. Dersom noen uttalte seg om modellering på en måte som var veldig ulik forståelsen som benyttes i mitt prosjekt, valgte jeg å avklare hvilken oppfatning av matematisk modellering som brukes i dette prosjektet. For at intervjuet skal bli så vellykket som mulig er det viktig at den som intervjuer er godt forberedt. Det innebærer å være orientert om intervjupersonen slik at man gjør et godt inntrykk, at spørsmålene er relevante og responsen på disse er tilpasset situasjonen og personen (Dalland, 2017).

### 3.6 Utvalg av informanter

Å velge ut hvem som skal intervjues må være basert på en vurdering av at de kan tilføre noe til det man ønsker å finne ut gjennom sitt prosjekt (Dalland, 2017). I dette tilfellet var det lærere med undervisningserfaring i matematikk på 1.-7. trinn som var aktuelle for å være informanter. Et kvalitativt forskningsintervju har som hensikt å gå i dybden og for å få til

dette innenfor prosjektets rammer bør ikke utvalget være for stort (Dalland, 2017). For å kunne gjennomføre prosjektet var det naturlig å gjøre et hensiktsmessig utvalg. Det handler om å velge ut informanter som vurderes som godt egnet til å hjelpe forskeren å besvare forskningsspørsmålene sine (Krumsvik, 2019). Målet med prosjektet var å få innsikt i et utvalg lærere som underviser i matematikk på 1.-7. trinn sine tanker rundt temaene for oppgaven, matematisk modellering, realistiske kontekster og L20. Jeg ønsket å gjøre intervju med lærere som hadde undervisningserfaring i matematikk fra barneskolen, uten at det var nødvendig med utdanning i matematikk. Det gjorde at mange lærere kunne være aktuelle som informanter. Så langt det lot seg gjøre ønsket jeg å få tak i informanter med ulik lengde undervisningserfaring slik datamaterialet kunne representere et mest mulig variert utvalg lærere. For å finne frem til en felles kjerne i tanker og erfaringer, bør et forskningsprosjekt har minst tre informanter (Postholm, 2005). I samarbeid med veileder kom jeg frem til at et utvalg på seks personer ville være et godt utgangspunkt for datainnsamling. Relevante kandidater ble kartlagt gjennom mine kontakter fra vikarjobb, tidligere praksis og kollegaer av venner og bekjente. Nedenfor presenteres informantene med fiktive navn, hvor mange år undervisningserfaring de har og hvilket klassetrinn de underviser på nå. Tabellen viser at fem av seks informanter underviser på mellomtrinnet. Tre av seks har åtte års erfaring eller mindre. De andre tre har mer enn femten år undervisningserfaring.

Navn	Antall år med undervisningserfaring:	Underviser på:
Einar	4	7. trinn
Geir	4	6. trinn
Ida	8	5. og 7. trinn
Lisa	27	7. trinn
Olga	15	1. trinn
Unni	15	5. trinn

*Tabell 1 Presentasjon av informantene*



## 3.7 Reliabilitet og validitet

### 3.7.1 Reliabilitet

Reliabilitet er et mål for hvor pålitelig det presenterte datamaterialet er. Det innebærer å gjennomføre forskning og datainnsamling på en transparent og tillitsvekkende måte. Hvilke data som benyttes, valg av metode og hvordan datamaterialet er bearbeidet, påvirker reliabiliteten (Thagaard, 2018). Troverdige forskningsresultater kan reproduseres av en annen forsker på et annet tidspunkt, for eksempel ved at informantene ville svart det samme dersom de ble intervjuet av en annen (Kvale & Brinkmann, 2015). I et kvalitativt forskningsintervju vil det alltid være en mulighet for at det blir stilt ledende spørsmål, noe som både kan utfordre og styrke funnenes reliabilitet. Underveis i et intervju oppstår datamaterialet i samspillet mellom forskeren og informanten (Postholm, 2005). Utfordringen for den som stiller spørsmålene er å lede spørsmålene i en retning som kan skape interessant og troverdig kunnskap uten å påvirke informanten (Kvale & Brinkmann, 2015). Akademisk sjargong kan true reliabiliteten og validiteten til intervjuene dersom informantene ikke forstår innholdet i spørsmålene. Metodens reliabilitet økes gjennom å ha presise spørsmål i intervjuet som informantene forstår. Dette er viktig både under intervjuet og etterpå når det skal transkriberes (Krumsvik, 2019).

Resultatene fra intervjuene i dette prosjektet vil være påvirket av at jeg er en forsker med lite erfaring. Det vil ha innvirkning på alle ledd i prosessen, fra utforming av forskningsspørsmål og intervjuguide, til gjennomføring av intervju, transkripsjon, analyse og diskusjon av funn. Som et ledd i å sikre reliabiliteten har jeg i størst mulig grad forsøkt å gjennomføre intervjuene med så lik struktur som mulig. Underveis i arbeidet opplevde jeg at dette var utfordrende, fordi den semistrukturerte organiseringen gjorde at intervjuene kunne ta ulike retninger ut fra hva informanten svarte. Som tidligere nevnt måtte jeg i noen av intervjuene definere hvilken teoretisk forståelse av «matematisk modellering» som er lagt til grunn i min oppgave. Avklaringen ble gjort i de tilfellene hvor informanten presenterte en oppfatning som var svært ulik den jeg bruker. Modellering er et begrep som ikke har en entydig definisjon, og jeg vurderte det som gunstig å gjennomføre resten av intervjuet med utgangspunkt i en felles forståelse av den definisjonen som er grunnlaget for mitt prosjekt. Informantenes uttalte forståelse er likevel en viktig del av datamaterialet fordi det viser deres opprinnelige oppfatning av begrepet. Slike innspill fra meg som forsker kan påvirke informanten i løpet av intervjuet. Det er med på å utfordre prosjektets reliabilitet.

For å styrke reliabiliteten har jeg vektlagt å være strukturert og systematisk i innsamling av datamateriale og i analysearbeidet. Før datainnsamlingen startet ble spørsmålene i intervjuguiden testet på fire lærere, i tillegg til at det ble gjennomført ett pilotintervju. Alle de fem som deltok oppfylte kravene til informanter, men ble ikke benyttet som intervjuobjekter i selve datainnsamlingen. Tilbakemeldingene på intervjuguiden gjorde at jeg kunne oppklare og endre utydelig formulerte spørsmål og ta med meg videre de spørsmålene som ble vurdert som presise og forståelige. Pilotintervjuet gjorde at jeg fikk litt erfaring med å gjennomføre intervju. Samtidig fikk jeg respons fra intervjuobjektet på både spørsmålsformuleringer og min rolle som intervjuer.

### 3.7.2 Validitet

I følge Krumsvik (2019) er validitet i forskningsprosessen et mål på om forskerens tolkning av datamaterialet er gyldig for å måle det som er ment å måles i prosjektet. Validitet er et begrep som skal gjennomsyre forskningsprosessen fra oppstart til ferdig produkt. Det handler om å undersøke prosjektets feilkilder og være kritisk til egne funn og fortolkninger. I kvalitativ forskning er troverdighet, relevans og overføringsverdi sentrale begreper i forbindelse med validitet. Disse faktorene skal sikres gjennom at datamaterialet og analysen som fremstilles i størst mulig grad representerer det som var hensikten for forskningen på en troverdig og pålitelig måte (Kvale & Brinkmann, 2015). For eksempel vil en identisk og ordrett gjengivelse av lydopptakene i transkripsjonen øke intervjuvaliditeten. I kvalitativ forskning, der forskeren selv gjennomfører datainnsamling, utfordres validiteten fordi det er vanskelig å gjennomføre intervjuene på en helt identisk måte. Informantenes svar kan være ulike og lede intervjuet i forskjellige retninger (Krumsvik, 2019).

For å sikre en større grad av validitet i prosjektet ville det vært gunstig å benytte flere ulike metoder for datainnsamling. Det kalles metodetriangulering, og betyr at forskjellige typer data sammenlignes for å se hvordan de bekrefter eller avkrefter hverandre. En slik triangulering benyttes for å sikre bedre forståelse av temaet som undersøkes (Krumsvik, 2019). I mitt prosjekt ville det vært gunstig om jeg i tillegg til intervjuene eksempelvis også hadde gjennomført observasjon av lærernes undervisning, og intervju med noen av informantenes elever. En slik metodetriangulering kunne skaffet meg enda mer informasjon om arbeidet med modellering og realistiske kontekster i de aktuelle lærernes klasserom. På grunn av oppgavens omfang, begrenset tid og kapasitet til planlegging, datainnsamling, transkribering og analyse,

ble en metodetriangulering dessverre ikke mulig i denne omgang. Intervjuets validitet henger sammen med reliabiliteten. I arbeidet med å styrke prosjektets validitet var det viktig for meg å prøve å gjennomføre intervjuene så systematisk og likt som mulig (Cohen et al., 2002). Før arbeidet med å utforme intervjuguiden gjennomførte jeg et omfattende forarbeid for å skaffe meg oversikt over teori om realistiske kontekster, matematisk modellering og L20. Det var nødvendig å avgrense og avklare hva som skulle undersøkes for å kunne formulere hensiktsmessige spørsmål. Jeg ønsket at intervjuguiden i størst mulig grad la til rette for å skaffe data som ville hjelpe meg å besvare forskningsspørsmålene mine.

Under gjennomføringen av intervjuene forsøkte jeg i størst mulig grad å holde meg til intervjuguiden. Uklare spørsmål i intervjuet vil påvirke både reliabilitet og validitet. Dersom reliabiliteten er god vil også validiteten øke. Det vil være naturlig å stille spørsmål ved om funnene er generaliserbare, om resultatene kan overføres til andre situasjoner, kontekster eller personer. Dette utfordres også ved prosjektets størrelse og antall informanter (Kvale & Brinkmann, 2015). Dette prosjektet har ikke som mål å produsere kunnskap som kan generaliseres.

### 3.8 Forskerrollen

Gjennom hele prosessen med masteroppgaven har jeg jobbet med å være bevisst min rolle som forsker og hvordan jeg som person er med på å påvirke denne studien. Jeg har forsøkt å arbeide på en mest mulig objektiv og transparent måte, selv om min bakgrunnskunnskap og interesse for temaet selvfølgelig vil virke inn på arbeidet. Etter hvert som flere intervjuer ble gjennomført, opplevde jeg en utvikling hos meg selv i rollen som forsker. I møte med forskning, teori, informanter, opptaksutstyr og datamateriale har jeg gjort mitt beste for å være imøtekommende og åpen (Kvale & Brinkmann, 2015). Dette har jeg også prøvd å ta med meg inn i fremstillingen av prosjektet.

### 3.9 Gjennomføring av intervju

Før intervjuet startet fikk alle informantene lese gjennom informasjonen i samtykkeskjemaet (vedlegg 1 Samtykkeskjema). De ble forklart hensikten med intervjuet og masteroppgaven. Videre ble de informert om lydopptak, anonymitet og retten til å trekke seg eller la være å besvare spørsmål. Jeg gjorde det klart at jeg var ute etter deres tanker, at alle svar ville være nyttig og interessante for mitt prosjekt og at det ikke var lagt opp til spørsmål med riktige eller

gale svar. Da intervjuet var gjennomført ble informantene gitt mulighet til å stille spørsmål og de ble oppfordret til å ta kontakt med meg, prosjektleder for LATAACME, NSD eller Høgskolens personvernombud dersom de lurte på noe i etterkant (vedlegg 1 Samtykkeskjema). Før informantene fikk spørsmål om modellering og anvendelser i L20 fikk de lese gjennom kjerneelementet (vedlegg 2 Kjerneelement modellering og anvendelser). Ulempen med å la utvalget lese kjerneelementet er at uttalelser de gjorde etter gjennomlesningen kan ha vært påvirket og preget av innholdet i kjerneelementet, og dermed ikke fullstendig representativt for informantenes egne oppfatninger. Begrunnelsen for å gjøre informantene kjent med innholdet i kjerneelementet var å sikre at utvalget kjente til innholdet, slik at de hadde et grunnlag for å svare på spørsmål knyttet til L20 og kjerneelementet *modellering og anvendelser*. Intervjuene varte mellom 20 og 75 minutter og ble spilt inn med et opptaksverktøy som jeg fikk låne av LATAACME-gruppen på høgskolen. Ulempen med å benytte lydopptak er at man kan gå glipp av sentrale aspekter ved samtalen som for eksempel kroppsspråk og ansiktsuttrykk. Fordelen er at jeg som forsker kan konsentrere meg fullt og helt om intervjuet uten å måtte tenke på å skrive ned eller huske hva som blir sagt (Cohen et al., 2002).

I løpet av prosessen med å gjennomføre intervjuene opplevde jeg en utvikling hos meg selv i rollen som intervjuer. Det ble mer tydelig for meg hvilke utsagn som var nyttige å følge opp og hvilke som gjorde at samtalen flyttet seg bort fra de aktuelle temaene. Etter at intervjuarbeidet og transkripsjonen var ferdig og jobben med å analysere datamaterialet startet, så jeg at det er mye som kunne ha blitt gjort annerledes. Det gjelder både selve gjennomføringen av intervjuene i tillegg til formulering, oppbygging og valg av spørsmål. Andre spørsmål ville gitt meg andre svar og betraktninger fra informantene. Det kunne igjen ha endret hvilke funn jeg kom frem til, som igjen kunne belyst forskningsspørsmålene mine på en annerledes eller bedre måte. Semistrukturert oppbygging gjorde at ingen av intervjuene ble like fordi oppfølgingsspørsmålene jeg stilte underveis var påvirket av hva og hvordan informantene svarte på spørsmålene fra intervjuguiden. Underveis i analysearbeidet så jeg at det finnes flere situasjoner hvor jeg kunne ha stilt andre eller bedre oppfølgingsspørsmål, og bedt om ytterligere utdypning fra informantene. Det kunne gitt meg en tydeligere forståelse av informantenes perspektiver.

### 3.10 Transkripsjon

Overføringen av tale til tekst kalles transkripsjon. Å transkribere intervju er en viktig del av etterarbeidet for å gjøre materialet fra intervjuene klart til analyse. Prosessen går ut på at det som ble sagt i det muntlige intervjuet skal gjøres om til skriftlig form. Det finnes ikke noen fasit på hvordan dette arbeidet skal gjennomføres (Kvale & Brinkmann, 2015). Mye av innholdet i samtalen kan forsvinne i denne fasen fordi det er utfordrende å få med kroppsspråk, sjargong, ironi, dialekt og dramaturgi når det som blir sagt skal skrives ned ((Krumsvik, 2019); (Kvale & Brinkmann, 2015)). Kort tid etter gjennomføringen av hvert enkelt intervju ble lydfilene transkribert i sin helhet. Jeg forsøkte å være grundig i dette arbeidet for å sikre en nøyaktig og presis overføring fra muntlig språk til skriftlig tekst. Hensikten med transkriberingen i dette prosjektet var å få frem meningsinnholdet i det informantene sa. Det har ikke vært snakk om en språklig analyse. Derfor er utdragene som blir benyttet i analysen og som er en del av innholdet i denne oppgaven, gjengitt uten ord som «eh», «hm», «liksom» og lignende, uten at meningsinnholdet i ytringene er endret. Bakgrunnen var å gjøre uttalelsene mer sammenhengende og dermed mer leservennlige. Transkripsjonen er gjort på bokmål for å skape et bedre sammenligningsgrunnlag og i tillegg sikre en større grad av anonymitet for informantene. At jeg som forsker transkriberte intervjuene selv, betyr at arbeidet ble gjort samtidig som jeg satt med erfaringene fra selve gjennomføringen av intervjuene. Det innebærer at analysen av meningsinnholdet startet allerede i forbindelse med transkripsjonsarbeidet (Kvale & Brinkmann, 2015).

### 3.11 Analyse

I prosessen mot å besvare forskningsspørsmålene var det nødvendig å finne et verktøy eller en metode som kunne hjelpe meg å organisere datamaterialet. Forskningsspørsmålene fokuserer på læreres tanker om realistiske kontekster, matematisk modellering og L20. Målet med intervjuene var å innhente hensiktsmessige data som kunne belyse forskningsspørsmålene. For å få innsikt i datamaterialet må det analyseres. Formålet med analysen er å tolke og beskrive informantenes livsverden (Kvale & Brinkmann, 2015). I denne oppgaven handler det om å analysere innholdet og meningen i ytringene som kom frem i intervjuene. Det har ikke blitt gjort en språklig analyse eller tolkninger av bakenforliggende forståelser hos informantene (Roth & Hsu, 2010). Mitt analysearbeid er basert på en form for innholdsanalyse. Det er et analyseverktøy som er fleksibelt og pragmatisk og som egner seg til å utvikle forståelse for menneskelige erfaringer (Hsieh & Shannon, 2005). Det finnes ulike

varianter av innholdsanalyse hvor forskjellen ligger i hva som er i fokus for analysen. Hsieh og Shannon (2005) skiller mellom summativ, konvensjonell og teoridrevet innholdsanalyse. Summativ tilnærming er ofte basert på opptelling av ord, fokuserer på ordenes betydning og hvordan de benyttes av informanten. Konvensjonell innfallsvinkel brukes til å skape forståelse for og kunne beskrive et fenomen. Den som forsker søker innsikt gjennom å lese gjennom datamaterialet på en nøyaktig måte. Hvordan datamaterialet kategoriseres utvikler seg underveis i analysearbeidet. Teoridrevet analyse tar utgangspunkt i eksisterende teori. Datamaterialet analyseres for å kunne bekrefte eller utvikle det teoretiske rammeverket (Hsieh & Shannon, 2005). Analysearbeidet i denne oppgaven er basert på innholdsanalyse og er særlig inspirert av den konvensjonelle tilnærmingen, fordi hensikten er å skape forståelse for meningsinnholdet i informantenes ytringer. Svakheten med en konvensjonell innholdsanalyse er at det ikke utvikles en fullstendig forståelse for konteksten datamaterialet ble hentet inn i (Hsieh & Shannon, 2005). For å kunne besvare mine forskningsspørsmål ønsket jeg et fleksibelt verktøy for analyse. Den konvensjonelle metoden for innholdsanalyse er kombinert med en tilnærming som baserer seg på sentrale aspekter fra teorien som ligger til grunn for studien. I min studie handler dette om sentrale aspekter knyttet til realistiske kontekster, matematisk modellering og tilhørende didaktiske perspektiver.

### 3.12 Analysearbeidet

Etter at alle intervjuene var transkribert startet prosessen med å organisere materialet for å skaffe større oversikt over hva som hadde blitt sagt. En innholdsanalyse starter med en grundig gjennomlesning av datamaterialet for å skaffe et helhetlig bilde av det som skal analyseres (Hsieh & Shannon, 2005). Etter at jeg hadde lest grundig gjennom all transkripsjonen startet arbeidet med å finne frem til kategorier som kunne organisere materialet. En utfordrende og viktig del av analysearbeidet er å finne frem til relevante koder (Hsieh & Shannon, 2005). Datamaterialet skulle analyseres, analysen skulle tolkes og funn skulle diskuteres i lys av det teoretiske grunnlaget for studien. Derfor brukte jeg sentrale begreper fra teorien som bakgrunn for koding av datamaterialet. Kodene ble organisert med utgangspunkt i L20, realistiske kontekster, matematisk modellering og didaktiske perspektiver knyttet til disse. Gjennom et omfattende fargekodesystem som ble organisert ved hjelp av tusjer og Post-it lapper ble informantenes utsagn plassert i forskjellige kategorier. Arbeidet med å kode de transkriberte intervjuene foregikk i flere runder. Parallelt med kodingsarbeidet

skrev jeg på teorikapittelet. Etter hvert som teoridelen utviklet seg ble noen kategorier forkastet samtidig som det etter hvert kom til nye underkategorier.

Neste steg i analyseprosessen var å sortere de kodede utsagnene fra intervjuene (Hsieh & Shannon, 2005). Oppgaven min er fokusert rundt tre forskningsspørsmål; et om realistiske kontekster, et om matematisk modellering og et om L20. Utsagnene ble organisert i tre hovedgrupper som tok utgangspunkt i de tre forskningsspørsmålene, før utsagnene igjen ble plassert i underkategorier. For å kunne besvare forskningsspørsmålene på en utfyllende måte var jeg interessert i meningsinnholdet i informantenes uttalelser om begrepene realistiske kontekster og matematisk modellering og hvilke tanker de delte om muligheter og utfordringer med å bruke disse i matematikkundervisning på 1.-7. trinn. I denne sammenhengen så jeg etter hvordan informantene ytret seg om didaktisk bruk av realistiske kontekster og matematisk modellering, om modelleringsbegrepet og steg i modelleringszyklusen, i tillegg til hvordan de uttrykte seg om modellering i L20. Etter hvert som arbeidet utviklet seg ble det tydeligere for meg hvilke kategorier som var mest relevante for diskusjon.

Hele datamaterialet har blitt gjennomgått og kategorisert så langt det lot seg gjøre. En del av utsagnene var utfordrende å kode fordi de ikke omhandlet noe som kunne relateres til noen av mine kategorier. Analysen har basert seg på utsagn som representerer lærernes tanker relatert til forskningsspørsmålene.

## 4 Analyse og presentasjon av funn

I dette kapitlet presenteres analyse og funn. Målet med analysen har vært å oppnå innsikt og forståelse som kan være med på å besvare forskningsspørsmålene. Analysekapitlet er strukturert med utgangspunkt i gjennomføringen av intervjuene og er delt inn i to deler: realistiske kontekster og matematisk modellering. Første del fokuserer på realistiske kontekster. Der står informantens begrepsforståelse og tanker om muligheter og utfordringer med å bruke realistiske kontekster i matematikkundervisningen sentralt. I den neste delen legges det frem funn som handler om matematisk modellering. Også her vil informantens forklaringer av begrepet være utgangspunkt for diskusjonen og analysen videre. Innenfor modellering fokuseres det på informantens utsagn som kan kobles til momenter fra modelleringssyklusen og hvordan lærerne som ble intervjuet uttrykker seg om matematisk modellering i undervisning på 1.-7. trinn. Utsagn knyttet til L20 og kjerneelementet *modellering og anvendelser* presenteres der det er relevant i forbindelse med matematisk modellering. Analysen er basert på seks lærere sine ytringer fra intervju. De har blitt gitt de fiktive navnene Ida, Lisa, Geir, Unni, Olga og Einar. Funnene fra analysekapitlet diskuteres i kapittel 5.

### 4.1 Realistiske kontekster

Da intervjuguiden ble utarbeidet var det naturlig å starte med spørsmål om realistiske kontekster i matematikkfaget. Hensikten var å skape en naturlig oppbygging mot matematisk modellering. Begrunnelsen for denne vurderingen var at realistiske kontekster ble antatt å være et begrep som var mer kjent for informantene enn matematisk modellering. Realistiske kontekster kan relateres til matematisk modellering ((Brown, 2019); (Julie, 2002)) fordi matematisk modellering innebærer å reflektere over eksisterende matematiske konsepter og hvordan de benyttes til å løse reelle problemer (Blum & Borromeo Ferri, 2009).

Det første spørsmålet informantene fikk, var hva de legger i begrepet realistiske kontekster i matematikk. I utsagnene under uttrykker informantene sine tanker om realistiske kontekster. Samtidig som informantene snakket om begrepet kom det også frem uttalelser knyttet til målet med å benytte realistiske kontekster i matematikkfaget. Innhold i ytringene som handler om hvordan begrepet kan brukes i matematikkundervisningen vil utdypes ytterligere i avsnitt 4.2 Realistiske kontekster og undervisning.



Informantene ordlegger seg om begrepet realistiske kontekster i matematikk på følgende måte:

*«Det blir å prøve å knytte matematikken opp mot reelle situasjoner som elevene er i.» (Geir)*

*«Jeg tenker at det er å prøve å sette matematikken i reelle situasjoner, hentet fra dagliglivet. At elevene kan se hvordan matematikken brukes der. Hvis det skal være en reell kontekst så tenker jeg at det må være noe som elevene kan kjenne seg igjen i og relatere seg til.» (Unni)*

*«For meg så handler det om de klarer å bruke den matematikken de lærer i dagliglivet. Om de klarer å oversette det fra boken og ut i det daglige livet.» (Lisa)*

*«Da handler det jo om å plassere matematikken der den skal brukes. Vi bruker på en måte det som er nødvendig for at det skal virke som om det er i virkeligheten.» (Olga)*

*«At man trekker noe fra virkeligheten inn i matematikklasserommet (...) At man knytter det til den verdenen som elevene kjenner på et eller annet vis.» (Einar)*

*«Realistiske kontekster, da tenker jeg vel at du skal ta oppgaver som er relatert til den virkelige verden. Finne noe fra den virkelige verden som du kan matematisere og gjøre noe matematisk ut av.» (Ida)*

Geir og Unni snakker om å knytte matematikken til «reelle situasjoner». De uttrykker at det kan være «situasjoner som elevene er i» og som elevene kan «kjenne seg igjen i og relatere seg til». Lisa forteller om «det daglige livet» som en beskrivelse av hvor den enkelte eleven skal bruke matematikken de lærer på skolen. Unni er også opptatt av at elevene skal lære om bruk av matematikk i dagliglivet, «at elevene kan se hvordan matematikken brukes der», men forskjellen fra Lisa sin uttalelse er at hun bruker «elevene kan se» om hvordan matematikken skal brukes. Det kan forstås som at hun nødvendigvis ikke bare er opptatt av at elevene skal lære om hvordan de selv skal kunne bruke matematikken i dagliglivet, men også lære mer om hvordan matematikken brukes generelt i reelle situasjoner. Olga forteller at matematikken skal «plasseres» der den skal brukes og snakker om å få det til å «virke som om det er i virkeligheten», som kan handle om at elevene skal få erfaringer med matematikk i situasjoner de opplever som realistiske. Einar benytter også «virkeligheten» når han uttrykker seg om realistiske kontekster, og uttaler «at man trekker noe fra virkeligheten inn i matematikklasserommet». Han sier og at matematikken skal «knyttes» til den verdenen som elevene kjenner til. Ida bruker forklaringen «oppgaver som kan relateres til den virkelige verden», for å beskrive hva hun legger i realistiske kontekster og at det handler om å «matematisere» og gjøre noe matematisk ut av noe fra den virkelige verden.

Geir og Unni uttaler at realistiske kontekster handler om plassere matematikk i «reelle situasjoner». Einar snakker om realistiske kontekster ved å si at elevenes verden og virkelighet skal trekkes inn i klasserommet og knyttes til matematikken. Ida setter ord på realistiske kontekster ved å si at det er «oppgaver som kan relateres til den virkelige verden». Formuleringene til Geir, Unni, Einar og Ida ligger tett opp til det Blum et al. (2007) skriver om at realistiske kontekster i matematikk handler om å relatere matematikk til situasjoner fra hverdagen. van den Heuvel-Panhuizen (1999) påpekte at realistiske kontekster kjennetegnes av situasjoner som representerer en velkjent kontekst. Unni ytrer også at reelle kontekster «må være noe som elevene kan kjenne seg igjen i», som er svært lik van den Heuvel-Panhuizen (1999) sin beskrivelse. Lisa snakker om at elevene skal klare å bruke matematikken de lærer i dagliglivet. Olga uttrykker at realistiske kontekster er å «plassere matematikken der den skal brukes». Lisa og Olga knytter realistiske kontekster til dagliglivet på en måte som er i tråd med prinsippet om at opplæringen skal forberede elevene på den virkeligheten som møter dem utenfor klasserommet. Det skal være grunnlaget for all undervisning i skolen og er fremhevet i både lovverk (Opplæringslova, 1998) og L20 (Utdanningsdirektoratet, 2019d).

Den samlede forståelsen av informantenes utsagn om realistiske kontekster i matematikk er at alle seks har et syn på begrepet som fokuserer på å koble matematikken som undervises på skolen til situasjoner som finnes i verden utenfor klasserommet og som elevene kjenner til. I uttalelsene kommer det frem at realistiske kontekster i matematikk handler om å knytte virkeligheten og matematikken sammen, at elevene skal se hvordan matematikk brukes i det daglige liv og at realistiske kontekster kan benyttes for å gjøre elevene i stand til å bruke matematikken i sitt dagligliv. Den helhetlige oppfatningen av informantenes ytringer om realistiske kontekster i matematikk er at de i stor grad er samstemte i hvordan de uttrykker sine forståelser av innholdet i begrepet. Uttalelsene deres kan på ulike måter relateres til Blum et al. (2007) sin beskrivelse av realistiske kontekster, i tillegg til van den Heuvel-Panhuizen (1999) sine beskrivelser av begrepet.

## 4.2 Realistiske kontekster og undervisning

### 4.2.1 Formål og lærerens ansvar

Videre blir utsagn som omhandler formålet med å benytte realistiske kontekster i matematikk og hvilket ansvar læreren har i forbindelse med dette presentert. Utsagnene som analyseres i det følgende er hentet fra ytringene som er gjengitt under kapittel 4.1 Realistiske kontekster.

*«Jeg tenker at det er å prøve å sette matematikken i reelle situasjoner, hentet fra dagliglivet. At elevene kan se hvordan matematikken brukes der. Hvis det skal være en reell kontekst så tenker jeg at det må være noe som elevene kan kjenne seg igjen i og relatere seg til.» (Unni)*

*«For meg så handler det om de klarer å bruke den matematikken de lærer i dagliglivet. Om de klarer å oversette det fra boken og ut i det daglige livet.» (Lisa)*

Unni sier «at elevene kan se hvordan matematikken brukes», som kan vise at hun fokuserer på elevene i forbindelse med sin beskrivelse av realistiske kontekster. Lisa snakker om at «de» skal klare å bruke matematikk i dagliglivet. Fordi spørsmålet er knyttet til realistiske kontekster i matematikk i skolen er det naturlig å anta at «de» sikter til elevene. Unni og Lisa snakker om realistiske kontekster i matematikk fra et elevperspektiv. Unni bruker formuleringen «at elevene kan se hvordan matematikken brukes», som er naturlig å knytte til en forklaring av formålet med å bruke realistiske kontekster i matematikk, mer enn en forståelse av innholdet i begrepet. At elevene kan «se hvordan matematikken brukes» kan knyttes til en forståelse som handler om at elevene får erfaringer med matematikk i dagliglivet. En slik holdning til hvorfor realistiske kontekster skal brukes i matematikkundervisning er knyttet til motivasjon og engasjement i matematikk (Beswick, 2011). Det kan også kobles til hensikten med realistisk matematikkundervisning (RME), som fokuserer på å bygge undervisning i matematikk på situasjoner fra virkeligheten (van den Heuvel-Panhuizen & Drijvers, 2014). Lisa sin uttalelse inneholder formuleringen «om de klarer å oversette det fra boken og ut i det daglige livet». Tolket i et elevperspektiv peker denne ytringen på at elevene skal opparbeide evnen til å benytte det de lærer på skolen, «fra boken», i virkeligheten, «det daglige livet». Det handler om å gi elevene ferdigheter og begreper som er fleksible og kan brukes på varierte situasjoner. Freudenthal (1968) fremhevet at matematikk er en abstrakt disiplin som er nyttig fordi den kan brukes på et uendelig antall hendelser. Lisa sin uttalelse kan også knyttes til hensikten med RME, som fokuserer på at elevene skal utvikle fleksible og meningsfulle matematiske prosedyrer, verktøy og begreper som kan brukes på et stort antall situasjoner (Beswick, 2011). Tolket i et elevperspektiv handler uttalelsene til Unni og Lisa om hva som er målet med undervisning i realistiske kontekster for elevene. Unni påpeker at elevene skal få erfaringer med matematikk fra det daglige livet. Lisa fremhever opparbeidelsen av evnen til å kunne bruke matematikken i det virkelige liv som et formål med å bruke realistiske kontekster i matematikkundervisningen.

Olga, Einar og Geir sine uttalelser om realistiske kontekster fokuserte på hvilket ansvar læreren har i forbindelse med dette:

*«Vi bruker på en måte det som er nødvendig for at det skal virke som om det er i virkeligheten.» (Olga)*

*«At man trekker noe fra virkeligheten inn i matematikklassemmet (...) At man knytter det til den verdenen som elevene kjenner på et eller annet vis.» (Einar)*

*«Det blir å prøve å knytte matematikken opp mot reelle situasjoner som elevene er i.» (Geir)*

Olga henviser til «vi» når hun forteller om arbeidet med realistiske kontekster i undervisningen. I undervisningssammenheng er det grunn til å ta utgangspunkt i at hun mener lærerne og andre ansatte hun samarbeider med i undervisningsarbeidet. Einar benytter «man» som pronomen i sin forklaring. Det er sannsynlig å trekke slutningen at han snakker om lærerens arbeid med å knytte matematikken til den verdenen som elevene kjenner. Geir snakker om å «prøve å knytte matematikken opp mot reelle situasjoner som elevene er i». Han presiserer ikke hvem som skal gjøre jobben med å knytte matematikken sammen med situasjoner som er reelle for elevene, men en naturlig forståelse vil være at han snakker fra lærerens perspektiv, fordi det er lærerens ansvar å bygge opp undervisningen. Olga, Einar og Geir forteller fra et lærerperspektiv når de deler sine tanker om hva de legger i begrepet realistiske kontekster i matematikk. Informantene sine forklaringer kan tolkes som beskrivelser av lærerens arbeid og ansvar i forbindelse med undervisning i realistiske kontekster. Olga sier at matematikken må «plasseres der den skal brukes» og at «vi bruker på en måte det som er nødvendig for at det skal virke som om det er i virkeligheten». Tolkningen av utsagnet i et lærerperspektiv gjør at jobben til Olga blir å finne frem til kontekster som oppleves som reelle for elevene. Einar forteller at «man trekker noe fra virkeligheten inn i matematikklassemmet (...) At man knytter det til den verdenen som elevene kjenner på et eller annet vis». Tolket i et lærerperspektiv så handler Einar sin ytring om at lærerens ansvar når realistiske kontekster skal brukes i matematikkundervisning, blir å knytte det matematiske innholdet til den verdenen som elevene kjenner. Geir bruker formuleringen «knytte matematikken opp mot reelle situasjoner som elevene er i». Fra et lærerperspektiv vil denne uttalelsen handle om at læreren må finne frem til situasjoner som oppleves som reelle for den aktuelle elevgruppen. Olga, Einar og Geir sine uttalelser om lærerens arbeid og innholdet i uttalelsene er i tråd med Beswick (2011) sin forståelse av effektiv undervisning i realistiske kontekster. Beswick presiserte at dersom en kontekst skal oppleves realistisk krever det at

læreren kjenner den enkelte elev og elevgruppe. For at Olga, Einar og Geir skal få til undervisning i realistiske kontekster slik de forteller om i uttalelsene sine, vil det være nødvendig for dem å kjenne til situasjoner som elevene deres kan relatere seg til og som kan oppleves som en realistisk kontekst.

#### 4.2.2 Forståelse og motivasjon

Alle informantene fremhevet forståelse av og motivasjon for matematikk, som sentralt i forbindelse med å bruke realistiske kontekster i matematikkundervisningen. Under har jeg valgt å trekke fram utsagn, som jeg finner representative for gruppen som helhet når det gjelder *forståelse*, men også utsagn, som viser et spenn i uttalelser når det kommer til *motivasjon*.

##### 4.2.2.1 Forståelse

Unni har følgende tanker om hvorfor realistiske kontekster bør være en del av matematikkundervisningen:

*«Hvis du klarer å gjøre matematikken litt mindre teoretisk og at du klarer å få elevene til å se mer koblinger mellom matematikk og virkeligheten, så tror jeg absolutt det vil være lettere for mange elever å forstå matematikkfaget. At oppgavene er noe de kan relatere til og kjenne seg igjen i, tror jeg kan hjelpe mange elever.»*

Unni snakker om å se etter «koblinger» mellom matematikk og den virkelige verden ved å «gjøre matematikken mindre teoretisk». Hun trekker frem at hun tror det kan skape forståelse for matematikk hos mange elever. Hun sier at oppgavene skal være noe elevene kan kjenne seg igjen i, men påpeker ikke at det innebærer realistiske kontekster. Tidligere i uttalelsen fokuserer hun på koblinger mellom matematikk og virkeligheten, noe som gjør det naturlig å anta at hun mener at noe «elevene kan kjenne seg igjen i», nødvendigvis er hentet fra deres virkelighet. Unni bruker formuleringen «tror jeg», som ikke gir inntrykk av at dette er noe hun har gjennomført eller erfart i sin egen undervisning. Uttalelsen hennes om begrepet realistiske kontekster i matematikk viste at Unni har kompetanse om realistiske kontekster. Det Unni sier om å gjøre matematikken «mindre teoretisk» gjør det naturlig å tenke på det motsatte av teori. I undervisningssammenheng vil det i mange tilfeller være praksis, eller praktisk. Da handler uttalelsen til Unni om at mer praktisk rettet matematikk, som i tillegg gjør at elevene skal koble matematikk og virkelighet sammen gjennom kjente kontekster, vil kunne skape faglig forståelse hos flere.

Når Unni forteller om realistiske kontekster i matematikkundervisning, er det naturlig å se til teori om realistisk matematikkundervisning (RME). RME er en tilnærming til å lære matematikk som bygger på å bruke situasjoner som er kjente for elevene og på den måten la dem oppleve fagets nytteverdi (van den Heuvel-Panhuizen & Drijvers, 2014). Det kan relateres til Unni sin uttalelse om å få elevene til å se «koblinger» mellom matematikk og virkelighet ved at oppgavene skal handle om noe elevene kan relatere seg til. van den Heuvel-Panhuizen og Drijvers trekker ikke frem «forståelse» på samme måte som Unni. Hensikten med RME er at elevene skal utvikle fleksible matematiske begreper og verktøy som kan benyttes på ulike måter (Beswick, 2011), som er naturlig å tolke som en formulering av forståelse i matematikk, selv om den muligens går noe lengre i beskrivelsen av kompetanse enn det Unni uttrykker i sitt utsagn. Likevel er det grunn til å si at Unni påpeker en mulighet ved realistiske kontekster som er en viktig del av hensikten med den jobben lærere i matematikk gjør, nemlig at elevene skal oppnå forståelse for faget. Hun påpeker også at det kan være en mulighet for «mange elever» og dermed ikke trenger å være noe som fungerer for alle. Her er Unni inne på at realistiske kontekster ikke nødvendigvis er et læringsfremmende verktøy for alle elever, noe som har blitt fremhevet av Boaler (2003), som mener at kontekst kan fungere som både en bro og en barriere i matematikklæringen. Beswick (2011) trekker frem at en effektiv bruk av realistiske kontekster krever at læreren kjenner elevene godt og at det vil variere hva som fungerer for hvem. At Unni bruker «mange elever» og ikke «alle» når hun forteller kan være en indikasjon på at hun er klar over disse variasjonene, uten at hun kobler det direkte til realistiske kontekster.

Analysen av Unni sitt utsagn viser at hun forstår et generelt prinsipp for muligheter ved å bruke realistiske kontekster i matematikk som finnes i teori om RME. Unni snakker om å la oppgavene handle om noe elevene kjenner til, slik at de kan skape forståelse for koblingene mellom matematikk og virkelighet, som er en del av formålet med realistisk matematikkundervisning (van den Heuvel-Panhuizen & Drijvers, 2014). Hun er opptatt av at slike koblinger kan hjelpe mange elever til å forstå mer matematikk. Her viser Unni at hun både har elevenes læring i fokus, samtidig som hun ser at det finnes begrensninger og at realistiske kontekster ikke nødvendigvis fungerer for alle. Unni har tidligere vist at hun forstår realistiske kontekster i matematikk på en måte som ligger tett opp til den teoretiske beskrivelsen til Blum et al. (2007). Selv om uttalelsen til Unni ser ut til å være mer basert på hennes oppfatning enn på erfaring, viser hun forståelse for en av grunnene til å benytte realistiske kontekster i matematikkundervisning.

#### 4.2.2.2 Motivasjon

I forbindelse med at informantene får spørsmål om realistiske kontekster i undervisning kommer det frem ytringer som handler om realistiske kontekster og motivasjon. Videre presenteres to ulike syn på realistiske kontekster og motivasjon, representert ved utsagn fra Ida og Einar.

Ida forteller at hun benytter realistiske kontekster i sin matematikkundervisning, og begrunner hvorfor:

*«Jeg tenker jo at det er viktig å vise elevene at matematikk ikke bare er et skolefag. Når man bruker oppgaver som er fra den reelle verden så forstår de mer at matematikk kan man bruke ute i verden, det er ikke bare noe jeg gjør her på skolen. Klarer man å koble det til realiteten og hverdagen så får du en begrunnelse for hvorfor de skal jobbe med det og de skjønner sammenhengen med at det er faktisk nyttig. Da føler jeg det kan føre til motivasjon.» (Ida)*

Ida tenker at det viktig å vise elevene «at matematikk ikke bare er et skolefag». En slik uttalelse kan handle om at Ida vil vise elevene hva matematikk kan brukes til i situasjoner som finnes utenfor klasseromssituasjonen. Ida sier at hun tror bruken av «oppgaver som er fra den reelle verden» kan gjøre at elevene «forstår mer» at matematikk kan brukes i verden utenfor skolen. «Oppgaver fra den reelle verden» er naturlig å tolke som Ida sin formulering av oppgaver med realistisk kontekst. Ytringen kan handle om en oppklaring av den første setningen i utsagnet, og vise at Ida bruker realistiske kontekster for å øke elevenes forståelse av matematikkens funksjon i samfunnet rundt oss. Videre sier hun at ved å «koble det til realiteten og hverdagen så får du en begrunnelse for hvorfor de skal jobbe med det». På grunn av intervjuets tema er det naturlig å anta at Ida sikter til at det er matematikkfaget som skal kobles til realiteten og hverdagen. Da kan utsagnet handle om Ida sin oppfatning av at ved å koble matematikk til realiteten kan elevene forstå hvorfor de skal jobbe med matematikk. Videre sier Ida at om matematikk kobles til realiteten kan det gjøre at elevene «skjønner sammenhengen med at det faktisk er nyttig». Uttalelsen kan handle om at en kobling mellom matematikk og virkeligheten kan gjøre at elevene forstår matematikkens nytteverdi. Til slutt sier Ida at hun føler det kan «føre til motivasjon». Ida knytter realistiske kontekster til forståelse for matematikkens rolle i verden utenfor skolen og fagets nytteverdi, som hun til slutt setter i sammenheng med motivasjon. Ida uttrykker seg ved hjelp av ord som indikerer at hun snakker om noe hun har erfart selv, som for eksempel «så forstår de mer». Det hun sier

om motivasjon uttrykker hun ved å bruke ordet «føler». Det er et mer usikkert utsagn som ikke like tydelig viser at hun snakker om noe som faktisk har skjedd.

Ida sier at ved å benytte oppgaver som kan knyttes til den virkelige verden, kan elevene få forståelse for at matematikk er nyttig også utenfor skolen. Ida sin uttalelse er i tråd med det Beswick (2011) har skrevet om at realistiske kontekster skape større forståelse for og verdsettelse av matematikk, både den som er nyttig i egen hverdag og for større globale prosesser. Ida forteller at dersom elevene skjønner hvorfor matematikk er nyttig kan det gjøre dem motivert, som også Boaler (2003) har løftet frem. Boaler argumenterer for at dersom matematiske prosesser knyttes til kontekster som er realistiske for elevene, så kan det gjøre elevene mer faglig motivert. Tidligere i intervjuet viste Ida en oppfatning av begrepet realistiske kontekster i matematikk som inneholdt flere sentrale elementer fra Blum, et al. sin beskrivelse (2007). Uttalelsen hennes om realistiske kontekster i undervisning gir inntrykk av å være basert på erfaring. Ida viser forståelse for begrepet realistiske kontekster, nevner flere muligheter ved å benytte realistiske kontekster i matematikkundervisning, samtidig som hun gir inntrykk av å ha erfaring med å bruke det i sin egen undervisning.

Unni og Einar uttrykker at de ser på mestringsfølelse som viktigere enn realistiske kontekster når det handler om elevenes motivasjon. Videre representeres denne oppfatningen ved Einar sitt utsagn. Einar deler sine tanker om realistiske kontekster og motivasjon:

*«Jeg er jo litt der at man kan ikke jobbe med realistiske kontekster hvis målet er at elevene skal bli motivert av å jobbe med virkeligheten. I utgangspunktet tror jeg ikke det trenger å være realistisk i det hele tatt. Jeg ser at elever synes det er kjempegøy å bli utfordret på ting som er totalt irrelevant for livene deres og virkeligheten. Det er spennende i seg selv. Hvis vi skal gå etter å gjøre skoledagen kjekkest mulig, da har vi for sterk konkurranse i andre ting (...) Jeg tror mestringsfølelse er mye viktigere for motivasjon enn kanskje kontekst fordi kontekst er så subjektivt.»*

Einar sier at han ikke tror realistiske kontekster skal brukes som metode «hvis målet er at elevene skal bli motivert». Einar gir inntrykk av å ikke ha troen på realistiske kontekster som metode for å motivere elevene, og fremmer en tanke om at det ikke trenger å være «realistisk i det hele tatt», som kan handle om matematikk som er fullstendig abstrakt og uten kontekst. Videre forteller Einar at «jeg ser at elever synes det er kjempegøy», som gir inntrykk av å sikte til erfaringer han har gjort seg. «Kjempegøy» er et positivt ord som kan beskrive en form for motivasjon. Einar snakker om elever som trives med utfordringer som er «totalt irrelevant for livene deres og virkeligheten», som kan sikte til abstrakt matematikk. Einar argumenterer



for at skoledagen «har for sterk konkurranse i andre ting», dersom målet er å gjøre den «kjekkest mulig». Han presiserer ikke hva «andre ting» er. Uttalelsen kan handle om at Einar opplever at skolen taper i kampen om å være «kjekkest mulig» og at han derfor tenker at det er andre metoder som må brukes for å trigge elevenes motivasjon. Han sier at «jeg tror mestringsfølelse er mye viktigere for motivasjon enn kanskje kontekst, fordi kontekst er så subjektivt». Einar begrunner oppfatningen sin av at realistiske kontekster ikke er veien til elevenes motivasjon med at kontekst er subjektivt. Han presenterer mestringsfølelse som en viktigere faktor i arbeidet med å motivere elevene.

Einar utfordrer oppfatningen om at realistiske kontekster er gunstig for å motivere elever. Hiebert et al. (1996) har også utfordret denne oppfatningen. De argumenterte for at faktorer som kunnskap og læringskultur har større påvirkningskraft på elevers engasjement enn oppgaven i seg selv. Der Hiebert et al. peker på kunnskap og læringskultur som viktigere enn oppgavens kontekst for å engasjere elever, argumenterer Einar for mestringsfølelse. Det Einar sier er ikke fullstendig i tråd med Hiebert et al. sin forståelse, men det er interessant at han argumenterer for mestringsfølelse, og i stor grad undergraver realistiske kontekster som gunstig for å motivere elever. Det trenger ikke bety at Einar unngår å bruke realistiske kontekster i sin undervisning, men at han er overbevist om at følelsen av mestring spiller en viktigere rolle i arbeidet med å motivere elevene han underviser. Det kommer frem i Einar sin uttalelse at han har erfaring med elever som trives med utfordringer som er «totalt irrelevant for livene deres og virkeligheten», som kan forstås som en form for abstrakt matematikk. Freudenthal (1968) mente at matematikk er en disiplin som har størst nytteverdi når den abstraheres fra kontekster. Einar er opptatt av at mestringsfølelse er en måte å motivere elevene på. Å skape erfaringer med mestring er ikke avhengig av realistiske kontekster, det kan også oppnås gjennom abstrakt matematikk. Det gjør at Einar kan la elevene som trives med abstrakt matematikk oppnå mestringsfølelse og, i følge Einar sin oppfatning, også motivasjon. Einar sier at «kontekst er så subjektivt». Han påpeker den subjektive dimensjonen ved realistiske kontekster som også har blitt løftet frem av Kramarski et al. (2002) som et hensyn som må tas når realistiske kontekster skal benyttes i matematikkundervisning. Einar sin uttalelse gir inntrykk av at han har forståelse for at opplevelsen av hva som er en realistisk oppgave avhenger av hvem som skal løse den. Einar presenterer ikke subjektiv oppfatning som et hensyn på samme måte som Kramarski et al. (2002), men mer som en begrensning og en utfordring ved realistiske kontekster. Einar argumenterer for at opplevelsen av mestring kan være en mer egnet tilnærming til elevenes motivasjon.

Uttalelsene til Ida og Einar viser to ulike syn på realistiske kontekster og motivasjon. Som med så mye annet er det ikke noe fasitsvar på hva som er den beste måten å lære seg matematikk på. I tillegg er motivasjon svært sammensatt og forskjellig fra person til person.. Ida fremmer en oppfatning av at erfaringer med realistiske kontekster kan skape forståelse for matematikkens nytteverdi, som hun føler kan føre til motivasjon. Einar tar til ordet for at hva som oppleves som en realistisk kontekst er subjektivt, og at mestringsfølelse er viktigere for elevens motivasjon. Dersom Einar underviser i tråd med det han sier i uttalelsen, ser han ut til å tilpasse undervisningen sin med utgangspunkt i behovene til den aktuelle elevgruppen. En hensiktsmessig bruk av realistiske kontekster krever at læreren kjenner den enkelte elev og elevgruppe (Beswick, 2011). Både Ida og Einar sine uttalelser inneholder erfaringer de har gjort seg, som kan indikere at begge to kjenner elevgruppen sine behov og tilpasser undervisningen deretter.

#### 4.2.3 Realistiske kontekster og abstrakt matematikk

Olga, Geir og Einar snakker om å balansere mellom realistiske kontekster og abstrakt matematikk. Videre har jeg valgt å trekke frem to utsagn, som jeg finner representative for de tre informantene sine uttalelser.

Olga snakker om hva som kan være utfordrende i arbeidet med realistiske kontekster:

*«Tenker at utfordringen kan bli å finne en balansegang i hvordan man har matematikkundervisningen sin. Ikke bare sitte på pulten men ikke bare gjøre praktiske ting eller bare regne penger og gå på butikken. Man må også jobbe i boken. Man må jo bruke det man har lært praktisk til å regne eller komme seg inn i klasserommet igjen.»*

Det første Olga sier her er at hun tenker at utfordringen «kan bli» å finne en balansegang. En slik formulering gir inntrykk av at Olga ikke snakker av erfaring, men at det er noe hun ser for seg at kan bli vanskelig. Tidligere i intervjuet har Olga ved flere anledninger brukt «praktisk» som beskrivelse av arbeidet når hun blir spurt om realistiske kontekster. Det kan bety at hun ser på realistiske kontekster som noe som skal gjennomføres som praktiske aktiviteter. Eventuelt kan det bety at hun bruker uttrykket «praktisk» for å beskrive matematikk der undervisningen ikke foregår som teoretisk arbeid i matteboken. I uttalelsen til Olga fremstår det som at «sitte på pulten» er det motsatte av å gjøre praktiske ting. Utover i utsagnet sier Olga at «man må også jobbe i boken» og at det man har lært praktisk må brukes til å «regne eller komme seg inn i klasserommet igjen». Den samlede tolkningen av det Olga sier gir inntrykk av at hun ser på realistiske kontekster som praktiske aktiviteter og at det skiller seg

fra å regne matematikk og gjøre oppgaver i boken, på pulten og i klasserommet. Olga er opptatt av at det bør være en balansegang mellom disse to tilnærmingene til matematikkundervisning, samtidig som hun i den siste setningen kobler den praktiske delen sammen med den som virker mer teoretisk rettet. Olga snakker både om å balansere mellom en praktisk og en teoretisk tilnærming til matematikkundervisning, og en undervisning hvor de to tilnærmingene kombineres. Hun sier at det kan være utfordrende å finne en balansegang i hvordan hun har matematikkundervisningen sin. Hun presiserer ikke hva utfordringen med denne balansegangen handler om.

I intervjuet med Geir blir han spurt hva han tenker om repetisjon og mengdetrening, sammenlignet med oppgaver som er satt inn i en realistisk kontekst:

*«Jeg tror det er viktig å ikke gi helt slipp på det heller. Jeg tror at å strukturere informasjon, lære seg fire regnearter på en god måte fra starten av, alt du gjør i matematikk bygger jo tross alt videre på det. Så man kan ikke gi helt slipp på det heller. Det må være en kombinasjon. Om du så driver med fire regnearter så må det være noe som ikke bare er tall pluss tall (...) men at det er noe som de driver med i virkeligheten.»*

Geir sier at han tror «det er viktig å ikke gi helt slipp på det heller». På grunn av spørsmålet han svarer på, er naturlig å forstå som at Geir tror at mengdetrening og repetisjon ikke bør forsvinne fra matematikkundervisningen. Han mener at matematikk «bygger jo tross alt videre» på å «strukturere informasjon» og «lære seg fire regnearter». Formuleringen kan tolkes som Geir sin oppfatning av at kompetanse i matematikk bygger på å kunne de fire regneartene og ha evnen til å strukturere informasjon. Geir har tro på en «kombinasjon» mellom kontekstoppgaver og mer abstrakt matematikk. Geir ser også muligheten for å jobbe med fire regnearter gjennom kontekster som elevene kjenner fra virkeligheten og ikke bare «tall pluss tall», som kan være et uttrykk for oppgaver uten kontekst. Han snakker om å «lære seg» fire regnearter, at «alt du gjør» i matematikk bygger videre på det, og det skal være noe som «de» driver med i virkeligheten. Geir er fokusert på elevene og hva de skal lære, noe som gjør at ytringen ser ut til å være fra et elevperspektiv. Han bruker «jeg tror» når han starter utsagnet. Det gir grunn til å tro at han ikke snakker av erfaring, men egen oppfatning.

Både Olga og Geir snakker om at det må være plass til mer enn én måte å jobbe med matematikk på. Olga snakker om en «balansegang», mens Geir bruker uttrykket «kombinasjon». Når det gjelder hva som skal balanseres med realistiske kontekster ser det ut til at Olga beskriver det som «på pulten», «i boken» og «i klasserommet». Geir noe mer

konkret og nevner at elevene må «strukturere informasjon» og «lære seg fire regnearter» når han presenterer hva som skal kombineres med realistiske kontekster. Informantene formulerer seg på ulike måter. En tolkning av meningsinnholdet i utdragene fra Olga og Geir sine intervjuer gir inntrykk av at informantene har et noen lunde samsvarende syn på at elevene bør få erfaringer med både realistiske kontekster og repetisjon og mengdetrening i matematikk. Både Olga og Geir ser ut til å mene at det er mulig å kombinere de to tilnærmingene.

I Olga sin uttalelse kommer det frem at hun i forbindelse med realistiske kontekster i matematikk, opplever at det er utfordrende å finne en «balansegang» for å organisere undervisningen sin. Hun presiserer ikke hva som gjør at hun opplever det som utfordrende. Olga sin uttalelse virker å være rettet mot fremtiden, hun sier at «utfordringen kan bli...». Da er det også naturlig at hun ikke er mer konkret rundt hva utfordringen med balansegangen mellom realistiske kontekster og «sitte på pulten» handler om, fordi måten hun formulerer seg på ikke gir inntrykk av at hun snakker om situasjoner hun har erfart. Geir snakker om å la både realistiske kontekster og mer teoretisk matematikk få en plass i undervisningen, uten at han fremhever dette som utfordrende å få til. Ingen av dem ordlegger seg på en måte som tyder på at de har konkrete erfaringer med denne vekslingen.

De to informantene viser på hver sin måte at de er klar over at matematikk i utgangspunktet er en abstrakt disiplin, slik Freudenthal (1968) har presisert. En utfordring med oppgaver som ikke er knyttet til noen kontekst er at elevene kan oppleve at det ikke er hensiktsmessig å bruke realistiske betraktninger i løsningsarbeidet. Det kan igjen gjøre at elevene blir mer opptatt av å finne frem til et svar enn å forstå den matematiske fremgangsmåten (Bonotto, 2010). Det kreves ofte flere matematiske operasjoner for å løse oppgaver med realistisk kontekst (English, 2006). Det kan vise at abstrakt matematikk og realistiske kontekster står i et avhengighetsforhold til hverandre, eller kan kombineres, slik Olga og Geir uttrykker. Selv om Olga og Geir ordlegger seg på forskjellige måter, er den fremtredende forståelsen av utsagnene deres at begge to er opptatt av at matematikk bør læres i realistiske kontekster, i tillegg til å jobbe med teoretisk og oppgaveorientert matematikk. Det viser at de har en oppfatning som er svært lik det Beswick (2011) har skrevet om at elever bør bli presentert for matematikk i velkjente kontekster, samtidig som de får erfaringer med mer abstrakt matematikk. Her viser Olga og Geir at de er klar over at matematikk er et fag som bør læres gjennom både praktiske og teoretiske øvelser.

#### 4.2.4 Tid

Fem informanter løfter frem begrensninger i tid til planlegging og gjennomføring av undervisning i realistiske kontekster. Her representeres denne oppfatningen ved Geir sine utsagn. Geir snakker om utfordringer knyttet til planlegging av matematikkundervisning med realistiske kontekster:

*«Så tar det litt mye tid å planlegge av og til. Hvis man virkelig skal lage et godt undervisningsopplegg, helt fra bunnen av, der man starter med å kartlegge hva som er en reell kontekst, så skal man treffe alle elevene med den reelle konteksten, så kan det være tidkrevende. Kontra å bare skulle følge et læreverk da. Så det kan være en utfordring med tid.»*

Geir sier at det tar «litt mye tid å planlegge av og til» når han snakker om matematikkundervisning med realistiske kontekster. Uttalelsen kan tyde på at han snakker om noe han har erfart, og at han ikke alltid, men «av og til» bruker mye tid på planlegging. Det kan bety at det i noen tilfeller går raskt å utarbeide undervisningsopplegg med realistiske kontekster eller at det ikke er noe han gjør hele tiden, men «av og til». Geir snakket tidligere i intervjuet om at «det må være en kombinasjon» mellom realistiske kontekster og mer abstrakt matematikk, som er med på forsterke oppfatningen av at han benytter begge tilnærmingene til matematikk i sin undervisning. Videre i uttalelsen sier Geir at hvis man skal lage et godt undervisningsopplegg «helt fra bunnen av», som starter med å «kartlegge hva som er en reell kontekst» og at den konteksten skal «treffe alle elevene» så kan det være «tidkrevende». Geir utdyper ikke hva kartleggingsarbeidet går ut på, utover at han synes det er tidkrevende. En kartlegging av hvilke kontekster som kan treffe den aktuelle elevgruppen kan forstås som enten en aktiv prosess hvor Geir går inn og spør elevene direkte, eller et arbeid hvor han blir kjent med elevgruppen og på den måten finner ut hva som kan være realistisk for de. Begge deler vil kreve at Geir bruker tid og er bevisst på hva elevene interesserer seg for, noe han også understreker i neste setning. Der sier han at det kan «være tidkrevende» sammenlignet med «å bare skulle følge et læreverk». Her sier Geir at en kartlegging av hva som er realistiske kontekster for elevene og tilpasse slik at det treffer alle er mer tidkrevende enn å følge læreverket. Det kan tyde på at Geir ikke opplever at læreverket han benytter inneholder situasjoner som oppfyller det han legger i «et godt undervisningsopplegg» og at han derfor må lage det selv, «helt fra bunnen av». Når Geir snakker om å utarbeide opplegg «helt fra bunnen av» er det naturlig å forstå det som noe han må gjøre selv, og som ikke kan hentes fra ressurser han har tilgjengelig.

Geir forteller om prosessen helt fra start, og viser at han er bevisst på at hva som er en realistisk kontekst varierer fra person til person. Geir sin uttalelse viser at han er bevisst på det Beswick (2011) skriver om at det vil variere hvilke kontekster som oppleves som realistiske for ulike elever, og en effektiv bruk av realistiske kontekster i undervisning krever at læreren kjenner elevgruppen. Til slutt i utsagnet understreker Geir at «det kan være en utfordring med tid», som med utgangspunkt i resten av utsagnet er naturlig å anta at sikter til arbeidet med å planlegge og utarbeide gode undervisningsopplegg med realistiske kontekster. Wager (2012) pekte på begrenset tid til utvikling av realistiske matematiske aktiviteter som en av utfordringene for lærere i forbindelse med realistiske kontekster, slik Geir og fire av de andre informantene også gjør.

Geir nevner også tid som en utfordring når undervisningsopplegg med realistiske kontekster skal gjennomføres:

*«Det kan bli mindre effektivt. Når du bruker læreverket systematisk så er det lettere å holde en stram klasseledelse og sørge for at man i hvert fall kommer igjennom det da. Så gjennomføringen vil ta lengre tid».*

Her sier Geir at «det kan bli mindre effektivt». Fordi tema for samtalen er utfordringer knyttet til realistiske kontekster er naturlig å anta at «det» sikter til gjennomføring av undervisning med realistiske kontekster i matematikk, og at Geir opplever det som mindre effektivt enn andre tilnærminger. Videre sier Geir «når du bruker læreverket systematisk». Denne ytringen er det grunn til å tolke som en sammenligning av undervisning hvor matematikk knyttes til realistiske kontekster og matematikkundervisning som følger «læreverket systematisk», som Geir sier. I følge Geir er det første mindre effektivt enn det siste. Tidligere i intervjuet uttalte Geir at å utarbeide undervisning med realistiske kontekster var tidkrevende sammenlignet med å bruke læreverket. Her snakker han om at «det kan bli mindre effektivt», og avklarer hva «det» handler om til slutt i utsagnet, når han sier at «gjennomføringen vil ta lengre tid». Geir snakker om at det er enklere å «holde en stram klasseledelse» når læreverket er utgangspunkt for undervisningen, noe som kan tyde på at Geir tenker at realistiske kontekster krever en friere og mindre «stram» rolle av han som klasseleder. Han sier også at ved å bruke læreverket systematisk er det lettere å «sørge for at man i hvert fall kommer igjennom det da», som kan handle om at Geir opplever at det er lettere å nå de planlagte målene for undervisningen når læreverket er brukt «systematisk».

I følge English (2006), kan oppgaver med realistisk kontekst ofte kreve sammensatt kompetanse av elevene, som i noen tilfeller går ut over det de lærer på skolen. En oppgave med realistisk kontekst krever også at elevene bruker sunn fornuft og gjør hensiktsmessige vurderinger av situasjonen (Bonotto, 2010). Dette er to faktorer som kan være bakgrunnen for at Geir opplever gjennomføringen av undervisning knyttet til realistiske kontekster som mer tidkrevende enn å følge boken. Geir sin uttalelse representerer en oppfatning av at både planlegging og gjennomføring av undervisning med realistiske kontekster er tidkrevende sammenlignet med undervisning som baserer seg på læreverket. En risiko ved denne oppfatningen kan være at lærere unngår å benytte realistiske kontekster i sin undervisning dersom det ikke inkluderes i læreverkene. Dersom lærere får flere erfaringer med hvordan realistiske kontekster kan implementeres i undervisningen kan både planleggingsarbeidet og gjennomføringen kanskje bli mindre tidkrevende.

### 4.3 Matematisk modellering

Etter at informantene hadde blitt spurt om realistiske kontekster var tema for intervjuet matematisk modellering. Det første spørsmålet knyttet til matematisk modellering var hva informantene la i begrepet. Som et utgangspunkt for analyse og diskusjon av funnene som handler om matematisk modellering legges informantenes beskrivelser av begrepet matematisk modellering frem. Det var viktig for meg å få lærerne til å uttrykke sin oppfatning av begrepet matematisk modellering slik at jeg fikk innsikt i deres forståelse. Informantene ble ikke informert om hvilken forståelse av modelleringsbegrepet som ble benyttet i prosjektet før intervjuene startet. Tre av informantene presenterer oppfatninger av begrepet som har flere likhetstrekk. De uttrykker seg slik:

*«Jeg vet ikke hva matematisk modellering er, hvis ikke det er å tegne modeller av utregning.» (Lisa)*

*«For meg så er modellering å vise eksempler på ting.» (Unni)*

*«Å vise og modellere for elevene det jeg ønsker at de skal gjøre.» (Olga)*

Som nevnt inneholder de tre oppfatningene av begrepet flere likhetstrekk. I sekvensen snakker Lisa om «å tegne modeller av utregning», mens Unni bruker ordlyden «å vise eksempler på ting». Olga bruker «å vise og modellere for elevene». Både Unni og Olga benytter ordet «å vise» i sine forklaringer. Dette kan tolkes som at Unni og Olga referer til en pedagogisk metode hvor læreren først skal vise elevene og gi eksempler på hvordan en aktivitet eller et problem kan forstås og løses. Unni viser ikke direkte til læreren, som den som skal vise, men

hun sier «for meg..». Det kan allikevel tenkes at hun har flere aktører i tankene. Lisa sin forklaring kan også oppfattes dit hen at matematisk modellering handler om å tegne modeller av en utregning, som kan forstås som å gi et eller flere eksempler på utregning uten at hun gir noen henvisning til hvem som skal gjøre det.

I denne studien benyttes oppfatningen av at modellering er «prosessen med å oversette mellom den virkelige verden og matematikken, i begge retninger» (Blum & Borromeo Ferri, 2009, s. 45). Informantene Lisa, Unni og Olga har en forståelse av begrepet som ikke samsvarer med Blum og Borromeo Ferri sin oppfatning, og heller ikke den som er benyttet i L20 (Utdanningsdirektoratet, 2019b). De tre informantene ble gjort kjent med begrepsforståelsen som er benyttet i dette prosjektet, etter at de hadde gitt uttrykk for sin oppfatning. Bakgrunnen for det var å få bedre utnyttelse av intervjuene og unngå at vi «snakket forbi hverandre».

Senere i intervjuet fikk informantene presentert et dokument med kjerneelementet *modellering og anvendelser* fra L20. De ble spurt om å dele sine tanker om kjerneelementet og at L20 øker fokuset på modellering og realistiske kontekster, sammenlignet med tidligere læreplaner. I det følgende presenteres Lisa, Unni og Olga sine svar, som viser tre ulike oppfatninger.

Lisa uttrykker seg om L20 og kjerneelementet modellering og anvendelser:

*«Jeg tror at dette blir bra. Men som jeg sa i sted, jeg tror kanskje det kan ha litt med voksentettheten å gjøre. Det er vanskelig å håndtere det når det blir så mange og mange er så forskjellige. Så i litt mindre grupper så tror jeg dette høres helt supert ut.» (Lisa)*

Lisa sier at hun «tror at dette blir bra», som vitner om en positiv innstilling til et økt fokus på modellering og anvendelser i matematikkfaget i L20. Hun sier videre at «det kan ha litt med voksentettheten å gjøre». Uttalelsen kan handle om at Lisa opplever at undervisning med matematisk modellering krever større tetthet av voksne. Hun utdyper videre med å si at «det er vanskelig å håndtere når det blir så mange». Det er naturlig å anta at Lisa sikter til antallet elever. Ytringen kan indikere at Lisa opplever en utfordring i forbindelse med gruppestørrelsen når matematisk modellering skal på plass i undervisningen.

Lisa nevner også at «mange er så forskjellige» når hun snakker om hva som kan være «vanskelig å håndtere». Her kan det Lisa sier handle om en variasjon i kompetanse, interesser, adferd, læringsmetode, arbeidsform eller andre ting hos elevgruppen hennes. Slike ulikheter



kan gjøre at hun syns det er vanskelig å tilpasse undervisningen om matematisk modellering på en måte som treffer alle. Lisa viste tidligere i intervjuet en begrenset forståelse av begrepet matematisk modellering, som kan relateres til hennes opplevde utfordring med å håndtere mange og forskjellige elever når hun snakker om modellering i L20. Å benytte matematisk modellering i undervisning krever at læreren blant annet har generell kunnskap om modellering i matematikk, pedagogisk kompetanse og hvordan støtte og vurdere elevenes modelleringsarbeid (Kuntze et al., 2013). Til slutt sier Lisa at «i litt mindre grupper så tror jeg dette høres helt supert ut». Her oppklarer Lisa at hun foretrekker mindre elevgrupper i møte med undervisning i modellering og anvendelser fra L20. Hun setter et forbehold når det gjelder sin egen positivitet, ved å si at undervisningen bør organiseres i «litt mindre grupper». Utsagnet til Lisa fokuserer på organisering av undervisningen. Det kan knyttes til det Borromeo Ferri (2013) fant om at en av de mest fremtredende utfordringene hos lærere i forbindelse med undervisning i modellering handlet om ressurser. Lisa viser en positiv innstilling til modellering og anvendelser i L20, men uttrykker at en vellykket undervisning avhenger av at elevene deles i mindre grupper og tilstedeværelse av flere voksne.

Olga forteller hva hun tenker om L20 og det nye kjerneelementet *modellering og anvendelser*: «Jeg føler at jeg er ganske «der», som planen som kommer ønsker at vi skal være.» (Olga)

Olga uttrykker en følelse av å være «der som planen kommer til å ønske at vi skal være». Uttalelsen kan gi inntrykk av at Olga tenker at hun allerede underviser om matematisk modellering og anvendelser på en måte som er i tråd med kjerneelementet *modellering og anvendelser* og L20. En slik uttalelse kan gi inntrykk av at hun ikke ser for seg å måtte gjøre noen endringer i undervisningen sin når L20 innføres. Olga sin uttalelse står i kontrast til det Blum og Borromeo Ferri (2013) fant om at et stort antall lærere ikke benyttet matematisk modellering i sin undervisning. Dersom Olga opplever at hun underviser om matematisk modellering på en måte som er i tråd med L20, gir det inntrykk av at hun ser på sin egen kompetanse i å undervise om matematisk modellering som tilstrekkelig for å realisere målene i L20. En slik oppfatning av egen kompetanse skiller seg fra funnene i Kuntze et al. (2013) sin undersøkelse, som viste at mange lærere var negative til egen kompetanse i å lære bort matematisk modellering. Resultatene fra Kuntze et al. sin undersøkelse tydet på et behov for å utvikle læreres kompetanse i å undervise om matematisk modellering. Olga uttrykker en oppfatning om egen undervisning knyttet til matematisk modellering som skiller seg fra tidligere undersøkelser av læreres undervisning og kompetanse.

Tidligere i intervjuet formulerte Olga seg om begrepet matematisk modellering på en måte som kunne tyde på begrenset forståelse av begrepets innhold. Når hun får presentert hva L20 legger i begrepet modellering og anvendelser uttaler hun en oppfatning av at hennes undervisning er i tråd med kjerneelementet *modellering og anvendelser* fra L20. Her kan det være snakk om at begrepet «matematisk modellering» var noe ukjent for Olga da hun skulle uttrykke seg om det tidligere i intervjuet. Når hun fikk presentert kjerneelementet kan det hende at hun relaterte noe av innholdet til egen undervisning og derfor kunne si at hun opplevde «å være ganske der» som L20 legger opp til.

Unni sier følgende om innføringen av L20 og kjerneelementet *modellering og anvendelser*:

*«Jeg er litt usikker. Hva er nødvendig at en person kan når han går ut av barnetrinnet for å klare seg i livet? Men det kan godt hende at det er fornuftig å koble det mer opp mot virkeligheten. Men jeg tror at lærerne også trenger litt kompetanseheving. At vi ikke nå bare får en læreplan og så mangler vi kompetansen som vi trenger for å faktisk følge det opp.»*  
(Unni)

Unni sier at hun «er litt usikker», som på bakgrunn av spørsmålet hun svarer på, antas å handle om hennes holdning til det økte fokuset på modellering i L20. Videre spør Unni hva som er nødvendig å kunne etter barneskolen, «for å klare seg i livet?». Formuleringen til Unni kan handle om at hun ønsker å lære elevene matematikk som de får bruk for «i livet». En naturlig tolkning av «livet» vil være det som skjer etter endt skolegang, altså resten av elevenes virkelighet og fremtid. Det neste Unni sier er at det kan være «fornuftig å koble det mer opp mot virkeligheten». I starten av utsagnet uttalte Unni at hun var «litt usikker», mens hun nå snakker om å koble matematikken til virkeligheten på en mer positiv måte. Unni sier videre at hun tror «lærerne også trenger en kompetanseheving». Unni ytrer et mulig behov for «kompetanseheving» i forbindelse med spørsmål om L20 og kjerneelementet *modellering og anvendelser*. Hun plasserer behovet for kompetanseheving hos «lærerne», som kan handle om Unni sin oppfatning av at alle, eller veldig mange, lærere vil ha et behov for å øke kompetansen i møte med L20. Hun utdyper utsagnet og snakker om at lærerne ikke «bare får en læreplan og så mangler vi kompetansen som vi trenger for å faktisk følge det opp». Denne ytringen kan tolkes som en oppfatning hos Unni om at ny læreplan vil kreve utvikling hos lærere. Unni sin uttalelse gir inntrykk av at sammen med den nye læreplanen bør det skje et kompetanseløft som er relevant for å kunne «følge opp» målene i L20. Tidligere viste Unni en begrenset forståelse for begrepet matematisk modellering, hun formulerte seg ved å si at det er «å vise eksempler på ting», som skiller seg fra den oppfatningen som er lagt til grunn av Blum

og Borromeo Ferri (2009) og L20 (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Når hun får presentert kjerneelementet *modellering og anvendelser* stiller hun spørsmål ved hva som er nødvendig kunnskap for elevene etter barneskolen i tillegg til en antakelse om at det kan være fornuftig å koble matematikk opp mot virkeligheten. Hun presenterer også en oppfatning av et behov for kompetanseheving hos lærerne i møtet med en ny læreplan. Unni sin uttalelse kan være preget av at hun ble gjort kjent med kjerneelementet og dermed ble oppmerksom på at hun hadde presentert en annen oppfatning av begrepet matematisk modellering. Det kan ha gjort at henne bevisst på et behov for kompetanseheving hos både seg selv og andre lærere, i tillegg til en ytring om at å koble matematikken til virkeligheten kan være fornuftig.

Når det gjelder de tre informantene Einar, Geir og Ida, så viser deres oppfatninger av begrepet matematisk modellering å samsvare mer med den som er benyttet av Blum og Borromeo Ferri (2009, s. 45) og L20 (Utdanningsdirektoratet, 2019b). I sekvensen under forteller Einar, Ida og Geir hva de tenker at matematisk modellering er:

*«En bruker matematikkspråket til å forklare ting som skjer i virkeligheten og gjør det om til mattespråk og så ser en om det funker i virkeligheten og på andre tilfeller.»*  
(Einar)

*«Hvis man snakker om modellering i matematikk så handler det om å forstå virkeligheten ved hjelp av matematikk. Å kunne bruke matematikken til å rett og slett forstå virkeligheten.»* (Geir)

*«I begrepet matematisk modellering så tenker jeg at man skal bruke problemer fra den virkelige verden som du matematiserer, så bruker du gjerne noen representasjonsformer for å representere det matematiske.»* (Ida)

Både Einar, Geir og Ida bruker ord som «matematikk» og «virkelighet» når de skal forklare begrepet matematisk modellering. Einar snakker om «å forklare» mens Geir benytter ordet «forstå» når de snakker om virkeligheten. Ida sin forklaring går ut på å «bruke» problemer fra virkeligheten. Einar sier at «matematikkspråket» skal brukes til å «forklare ting som skjer i virkeligheten», som kan handle om at matematikk skal brukes for å beskrive fenomener fra den virkelige verden. Han snakker videre om å «gjør det om til mattespråk», som kan tolkes som en beskrivelse av å matematisere informasjon som ikke i utgangspunktet er matematikk. Til slutt sier han «så ser en om det funker i virkeligheten eller på andre tilfeller». Det kan handle om at den matematiske beskrivelsen av en virkelig situasjon må testes for å se om den fungerer for å beskrive den virkelige situasjonen eller andre situasjoner. Geir sier at modellering er å «forstå virkeligheten ved hjelp av matematikk», som kan tolkes som at det skal skapes forståelse for en situasjon fra virkeligheten ved å benytte matematikk. Ida snakker

om å «bruke problemer fra den virkelige verden» og at de skal «matematiseres». Det kan tolkes som en forklaring av at en virkelig situasjon skal beskrives ved hjelp av matematikk. Blum og Borromeo Ferri (2009, s. 45) sin formulering av matematisk modellering er at det er en «prosess hvor det oversettes mellom matematikk og den virkelige verden». Einar, Geir og Ida formulerer seg om innholdet i begrepet matematisk modellering ved å bruke ord og meningsinnhold som kan kjennes igjen fra Blum og Borromeo Ferri (2009) sin formulering av begrepets innhold. Det betyr at de også forstår matematisk modellering på en måte som er svært lik den som benyttes i kjerneelementet for L20 (Utdanningsdirektoratet, 2019b).

Også Einar, Ida og Geir fikk lese kjerneelementet *modellering og anvendelser* og ble spurt om hva de tenkte rundt det økte fokuset på matematisk modellering i L20. Einar, Ida og Geir presenterte en positiv innstilling til innføringen av L20 og innholdet i kjerneelementet, samtidig som de la vekt på at det vil være nødvendig med en økning i læreres kompetanse. I det følgende blir de tre informantenes ytringer representert ved Geir sitt utsagn:

*«Jeg tenker at det er en positiv utvikling, men at det gjerne krever en liten, ikke videreutdanning eller kompetanse, men at det er viktig med erfaringsdeling blant lærere for at dette skal kunne gjennomføres. Enten må du få nye læreverk, eller så må du bruke andre ressurser eller mer digitale ressurser og at man da både får tid og tar seg tid til å sette seg inn i hvordan du skal drive undervisning som fremmer denne konteksten og modelleringsforståelsen.»*

Geir uttrykker at kjerneelementet modellering og anvendelser og det økte fokuset på matematisk modellering i L20 er «en positiv utvikling». Det kan tolkes som at Geir er positivt innstilt til å skulle implementere matematisk modellering i sin undervisning. Geir trekker frem «erfaringsdeling» foran «videreutdanning» når han snakker om hva kjerneelementet modellering og anvendelser i L20 vil kreve av lærere. Uttalelsen kan indikere at Geir oppfatter et behov for å dele erfaringer mellom lærere, som kan handle om at matematisk modellering, slik det er formulert i L20, ikke er noe alle lærere har erfaringer med å bruke. Uttalelsen kan handle om at Geir ønsker at lærere skal ha et felles grunnlag i møte med en ny læreplan, for å sikre at undervisningen gjennomføres på en noenlunde lik måte. Videre uttrykker Geir at «enten må du få nye læreverk», som kan omhandle en oppfatning hos Geir om at læreverket i stor grad fungerer som rettesnor og utgangspunkt for undervisning. Han snakker så om å «bruke andre ressurser eller mer digitale ressurser». Her peker Geir på andre ressurser enn læreverket, og fremhever digitale ressurser i forbindelse med økt fokus på matematisk modellering i L20. Det kan indikere at Geir anser matematisk modellering som en del av matematikken hvor det egner seg å benytte digitale hjelpemidler og ressurser. Han

påpeker videre at «man da både får tid og tar seg tid til å sette seg inn i hvordan du skal drive undervisning som fremmer denne konteksten og modelleringsforståelsen», som kan handle om at det må settes av arbeidstid i tillegg til at lærere selv må prioritere å bruke tid på arbeidet med å gjøre seg kjent med hvordan de skal drive undervisning knyttet til «kontekster og modelleringsforståelse». «Kontekster» kan sikte til realistiske kontekster.

«Modelleringsforståelse» kan omhandle arbeidet med å skape forståelse for matematisk modellering i undervisningen. En helhetlig tolkning av Geir sitt utsagn viser en positiv innstilling, selv om Geir uttaler at lærere trenger tid til å sette seg inn i hvordan arbeidet med modellering og ny læreplan skal gjennomføres. Han trekker frem læreverket som ressurs, som gir inntrykk av at han tenker på det som sentralt i læreres planleggingsarbeid. Uttalelsen kan også vise en oppfatning av at modellering kan kreve bruk av andre ressurser enn læreboken, og han nevner spesielt digitale ressurser.

Kuntze et al. (2013) undersøkte hvordan østerrikske lærere vurderte sin egen kompetanse i å lære bort matematisk modellering, og fant at det var behov for profesjonell utvikling av den kompetansen. Det kan knyttes til det Geir sier om en «erfaringsdeling» blant lærere, når det innføres ny læreplan og kjerneelementet modellering og anvendelser. Erfaringsdelingen Geir trekker frem kan fungere som et ledd i utviklingen av læreres kompetanse i å undervise om matematisk modellering slik som L20 beskriver det. Geir påpeker også at det både må settes av tid og at lærere må ta seg tid, for å sette seg inn i hvordan de skal drive undervisning som fremmer modelleringsforståelse og kontekster. For at Geir sin oppfatning skal realiseres må det både bli satt av arbeidstid som lærere skal bruke på å gjøre seg kjent med hvordan de skal undervise i tråd med L20 og kjerneelementene, i tillegg til at lærere på egenhånd må prioritere å bruke tid på dette arbeidet. Galbraith (2012) er i tvil om de som har formulert offisielle mål for modellering er klar over hva som kreves av støtte for at blant annet lærere skal bli i stand til å lykkes med matematisk modellering, slik at de kan nå de oppsatte målene. Geir snakker også om å bruke «digitale ressurser», som kan relateres til det Kuntze et al. (2013) skriver om at bruk av teknologi i modellering er en av flere kompetanser som læreren bør ha når modellering skal implementeres i undervisningen. Geir trekker også frem «nye læreverker» når han snakker om hva som kreves i møte med L20 og kjerneelementet modellering og anvendelser. Uttalelsen kan handle om at læreboken er sentral for den undervisningen som foregår. Julie (2002) mener det er en utfordring at oppgaver i lærebøker som fremmer en kjent kontekst oppfattes som matematisk modellering, og at de i mange tilfeller utelukker sentrale operasjoner fra arbeidet med å utarbeide en matematisk modell. Det kan bety at Geir sin

ytring om «nye læreverk», i forbindelse med et økt fokus på matematisk modellering, ikke alene skal være grunnlaget for om og hvordan modellering implementeres i undervisningen slik som L20 formulerer det. Uavhengig av hva læreverket inneholder er det læreplanen som legger føringene for hva undervisningen skal inneholde. I følge Thomas og Hart (2013) spiller læreren en viktig rolle for å tilrettelegge og støtte elevene i prosessene som skal gi dem erfaringer og kompetanse i modellering. Det gjør at læreren bør ha kompetanse om matematisk modellering og hvordan det skal brukes i undervisningen, både for å oppfylle læreplanens mål og forholde seg til et læreverk.

Utsagnene om matematisk modellering viser at lærerutvalget i denne studien har ulik forståelse av modellering som begrep. Tre av de seks lærerne viser at de oppfatter begrepet på en måte som skiller seg fra Blum og Borromeo Ferri (2009) sin beskrivelse, og den som brukes i L20 (Utdanningsdirektoratet, 2019b). De tre andre forstår modellering på en måte som samsvarer med beskrivelsen som finnes hos Blum og Borromeo Ferri og i L20. At tre av seks informanter ikke kjenner begrepsinnholdet i matematisk modellering kan innebære et utfordrende arbeid for å få til å implementere det i sin undervisning på en måte som er i tråd med de målene og føringene som finnes i kjerneelementet modellering og anvendelser fra L20. Galbraith (2012) er i tvil om de som formulerer offisielle mål for modellering er klar over hva som kreves av støtte for at skoler, lærere og elever skal bli i stand til å lykkes med modellering, slik at målene de formulerer kan bli realisert. Disse funnene er med på å bekrefte det Kuntze et al. (2013) fant om at det er behov for profesjonell utvikling hos lærere når det gjelder matematisk modellering. Lærernes oppfatning av matematisk modellering påvirker hvordan elevene møter begrepet (Siller et al., 2012). Informantene fikk presentert innholdet i kjerneelementet *modellering og anvendelser*. I forbindelse med at utvalget fikk spørsmål om det økte fokuset på matematisk modellering i L20, fordelte lærernes svar seg på en annen måte enn ved uttalelsene om begrepsinnholdet i matematisk modellering. Blant de tre lærerne som formulerte seg om matematisk modellering på en måte som ikke stemte med Blum og Borromeo Ferri (2009) sin beskrivelse, var Lisa positivt innstilt til L20, og Olga opplevde å være «der» hvor hun oppfattet at L20 ville ønske at hun var. Den tredje læreren, Unni, var noe usikker på L20 og kjerneelementet og la frem et behov for kompetanseheving for lærere i møtet med L20. Einar, Geir og Ida, som beskrev matematisk modellering på en måte som var i tråd med hvordan Blum og Borromeo Ferri (2009) har formulert begrepet, uttalte også behov for at læreres kompetanse bør heves i forbindelse med kjerneelementet modellering og

anvendelser i L20. De tre informantene uttalte seg også positivt om det økte fokuset på matematisk modellering i L20.

Når informantene forteller om hvordan de forstår meningsinnholdet i matematisk modellering har tre av seks en forståelse som stemmer godt overens med teorien, mens de tre resterende forstår begrepet på en måte som ikke er i tråd med aktuell teori. Dette funnet skiller seg fra det informantene sa om begrepet realistiske kontekster i matematikk. Der hadde seks av seks lærere i utvalget en oppfatning som i stor grad stemte med forståelsen som er benyttet i denne sammenhengen. Det kan tyde på at en større del av lærerne i utvalget kjenner til meningsinnholdet i realistiske kontekster sammenlignet med matematisk modellering. Funnet er med på å bekrefte mine antakelser under utformingen av intervjuguiden, der det ble vurdert som hensiktsmessig å starte intervjuet med realistiske kontekster, fordi det ble antatt å være et uttrykk som var mer kjent for informantene enn matematisk modellering. Innstillingen til kjerneelementet *modellering og anvendelser* og L20 var positiv hos flere av informantene, både blant de som uttalte seg om matematisk modellering på en måte som stemte overens med beskrivelsen som benyttes i dette prosjektet, og blant de som uttalte en annen forståelse.

#### 4.3.1 Modelleringsprosessen

I forbindelse med forklaringen av hvordan han forstår modellering som begrep, begynner Einar uoppfordret å snakke om hvordan arbeidet med matematisk modellering foregår:

*«Matematisk modellering går jo på å beskrive ting i virkeligheten. Så går du fra en ren beskrivelse til å gjerne begynne å prøve å sette tall på det som skjer og finne en eller annen formel som beskriver dette nøyaktig. Det å jobbe med modellering handler sikkert mye om å få den matematiske biten til å passe med virkeligheten til et punkt hvor en er fornøyd hvor det kan bli anvendt på et eller annet vis. Så det er en vekselvirkning mellom å beskrive og teste.» (Einar)*

Einar sin ytring inneholder en rekke forskjellige elementer. Han snakker om å flytte seg fra «en ren beskrivelse» til å «sette tall på det som skjer og finne en eller annen formel som beskriver dette nøyaktig». Videre forteller han om å få matematikken til å passe med virkeligheten på en måte som gjør at man «er fornøyd» og det kan «bli anvendt». Til slutt forteller Einar om en «vekselvirkning» mellom beskrivelser og testing.

Tidligere funn viste at har Einar en forståelse av modelleringsbegrepet som er svært lik Blum og Borromeo Ferri (2009) sin. En tydelig oppfatning av meningsinnholdet i begrepet er et godt utgangspunkt for undervisningsarbeidet i matematisk modellering (Siller et al., 2012).

De ulike elementene i Einar sin uttalelse kan tolkes dit hen at han viser en forståelse for at matematisk modellering er et arbeid som foregår gjennom en prosess bestående av flere steg. Det gjør det naturlig å analysere det Einar sier i lys av teori om modelleringsprosessen (Blum & Leiß, 2007). Modelleringsprosessen var ikke inkludert i noen av spørsmålene fra intervjuguiden og ble heller ikke benyttet av meg underveis i samtalen med Einar.

Einar forteller at arbeidet kan flytte seg fra en «ren beskrivelse» til at det skal tallfestes eller forklares ved hjelp av en formel. I modelleringsprosessens første steg skal den aktuelle situasjonen beskrives slik at den blir forståelig for den som utfører arbeidet (Blum & Leiß, 2007). Det neste Einar sier handler om å «sette tall på» eller beskrive situasjonen ved hjelp av en «formel». Denne formuleringen ligner på modelleringsprosessens tredje steg, hvor det skal benyttes et matematisk språk eller en modell for å representere den aktuelle informasjonen (Blum & Leiß, 2007). Steg nummer to fra Blum og Leiß sin beskrivelse av prosessen, om å avklare aktuelle hensyn, er ikke tilstede i det Einar sier. Det neste han forteller, om å få «den matematiske biten til å passe med virkeligheten til et punkt hvor en er fornøyd, hvor det kan bli anvendt på et eller annet vis», kan tolkes som en måte å prøve seg frem ved hjelp av ulike matematiske løsningsmetoder for å finne frem til et rimelig svar. Formuleringen kan relateres til modelleringsprosessens fjerde og femte steg handler om å finne frem til en matematisk løsning på den aktuelle situasjonen (Blum & Leiß, 2007). Det sjette steget i modelleringsprosessen er i følge Blum og Leiß en rimelighetsvurdering. En slik vurdering kommer ikke eksplisitt til uttrykk hos Einar. Han snakker om å være «fornøyd» med det man kommer frem til, noe som kan forstås som en form for vurdering av rimelighet. Dersom man ikke synes at noe er rimelig vil det bli vanskelig å være fornøyd. Einar snakker om «anvendelse av den matematiske biten». Blum og Leiß sin beskrivelse av prosessen blir avsluttet med et syvende steg, som handler om at løsningen man har kommet frem til skal kunne forstås og brukes av andre, i tillegg til at den skal forklares med utgangspunkt i aktuelle forutsetninger for arbeidet. Einar sin uttalelse om å kunne anvende matematikken passer inn med noe fra modelleringsprosessens syvende steg, uten at den inneholder en like utfyllende forklaring av steget som Blum og Leiß har lagt til grunn. Helt til slutt i Einar sitt utsagn sier han at arbeidet med matematisk modellering skjer gjennom en «vekselvirkning» hvor man beskriver og tester. Denne uttalelsen kan virke som den er mer overordnet og gjelder generelt for alt arbeid som kan knyttes til matematisk modellering, mer enn en isolert del av arbeidsprosessen. I følge Blum og Leiß (2007) foregår modelleringsprosessen sjelden lineært og de syv stegene



må ikke nødvendigvis skje i rekkefølge. Arbeidet flytter seg frem og tilbake og det skjer gjerne flere ganger.

Gjennom en analyse av innholdet i Einars utsagn er det grunnlag for å si at han snakker om arbeid med modellering som kan relateres til flere sentrale steg fra Blum og Leiß (2007) sin beskrivelse av modelleringsprosessen. Han nevner ikke prosessen eksplisitt, men uttalelsen hans kan vise at han har mye kunnskap om hvordan arbeidet med matematisk modellering foregår. Einar har tidligere vist forståelse for både meningsinnholdet i begrepet matematisk modellering. I denne uttalelsen snakker han om arbeid med matematisk modellering som kan relateres til kunnskap om modelleringsprosessen. Det er to av temaene som, i følge Kuntze et al. (2013), lærere bør ha kunnskap om for å kunne skape gode læringsmuligheter for modellering.

I intervjuet med Ida blir modelleringssyklusen nevnt mer eksplisitt. Ida forteller om hva som kan være utfordrende for hennes elever og hvordan hun tenker om arbeidet med modelleringssyklusen:

*«Det blir litt vanskelig med det kritiske innenfor den syklusen. Jeg har merket at flere elever ikke klarer å tenke kritisk til det de finner. Noen klarer å tenke kritisk: «kan noen andre bruke det jeg har laget i noen sammenheng?». Andre bare hopper over det skrittet (...) Noen ganger så hopper det jo litt frem og tilbake. Du trenger jo ikke å gå gjennom alle syklusene i modellen steg for steg. Du kan ta enkelte momenter derfra og jobbe med det.»*

Ida bruker ordet «syklus». Fordi tema for intervjuet i forbindelse med denne uttalelsen var modellering, kan det tolkes som at hun snakker om modelleringssyklusen. Videre snakker hun om «det kritiske» i denne syklusen og at noen elever synes det kan være utfordrende å få til å vurdere om de kommer frem til resultater som kan være nyttige for andre. Hun sier at «det» hopper litt frem og tilbake. I denne sammenhengen kan det virke som at «det» er arbeidet som elevene holder på med. Ida forteller at syklusene i modellen ikke trenger å foregå steg for steg, men at det går an å fokusere på enkelte momenter i undervisningen.

Ytringene til Ida kan tolkes som å handle om modelleringsprosessen i seg selv, men også i lys av didaktisk teori om modellering. Ida sier at det er varierende om elevene mestrer å være kritiske til det de finner ut av eller presenterer og at det er et av stegene i syklusen. Kommentaren til Ida kan vise at hun er bevisst på at kritisk refleksjon er en del av modelleringsprosessen. I tillegg til å være tilstede i modelleringssyklusen er kritikk også en

didaktisk tilnærming til modellering (Barbosa, 2006). Denne delen av analysen fokuserer på modelleringsprosessen. I følge Blum og Leiß (2007) sin presentasjon av stegene i modelleringsprosessen er ikke «kritikk» nevnt som et eget steg, men det kan relateres til det sjette steget hvor det gjøres en rimelighetsvurdering av løsningen, og en sjekk av om den er forståelig både matematisk og ikke-matematisk. Etter at Ida snakket om at evnen til å være kritisk kan være utfordrende for noen elever snakker hun om at «det» noen ganger hopper litt frem og tilbake, som etter en helhetlig forståelse av ytringen til Ida blir tolket som en beskrivelse av elevenes arbeidsprosess. For at noe skal kunne flytte seg frem og tilbake, er det naturlig å tenke at det må forløpe i et arbeid bestående av flere ledd. Fordi Ida sin bemerkning kom i forbindelse med modellering og etter at hun hadde snakket om «syklus», vil det være grunn for å anta at hun mener at arbeidet i modelleringssyklusen kan bevege seg mellom ulike deler i løpet av prosessen. Hun presiserer sin egen uttalelse ved å si at du ikke trenger å «gå gjennom alle syklusene i modellen steg for steg». Her er begrepsbruken noe forvirrende. I første del av utdraget snakket Ida om det kritiske i syklusen, mens det i denne uttalelsen kan se ut som at sykluser er en del av modellen og noe som kan gjennomgås steg for steg. Her blir det mer utydelig hvilken kompetanse Ida har om modelleringsprosessen. Ved å tolke utsagnet til Ida som en helhet, fremstår essensen i forklaringen om hvordan arbeidet foregår å være at det ikke trenger å utforme seg gjennom en stegvis prosess. I følge Blum og Leiß (2007) kjennetegnes gjennomføringen av modelleringsprosessen ved et ikke-lineært arbeid, som også kan forstås som å «flytte seg frem og tilbake» slik Ida fortalte. Ida sin forklaring kan vise at hun har kompetanse om hvordan arbeidet med modelleringsprosessen foregår, selv om hun ordlegger seg på en måte som skaper noe forvirring rundt hvordan hun forstår begrepene.

Det siste Ida sier i utdraget som er presentert ovenfor er at «du kan ta enkelte momenter derfra og jobbe med det». For å kunne analysere utsagnet er det nødvendig å tolke hva Ida mener med «momenter» og hvor de skal hentes fra, fordi hun ikke presiserer det. En naturlig tolkning er at det kan handle om steg fra modelleringsprosessen, siden uttalelsen kommer i forbindelse med at den er tema for samtalen. En tolkning av Ida sin uttalelse i sammenheng med setningen om at arbeidet ikke trenger å skje «steg for steg», blir da at hun mener at stegene fra modelleringsprosessen er noe som det går an å jobbe med uten at det er nødvendig å gå gjennom den fullstendige prosessen. Det Ida sier stemmer med Blomhøj og Jensen (2003) sin overbevisning om at modelleringskompetanse kan oppnås gjennom arbeid med de ulike delprosessene fra modelleringssyklusen.

Den helhetlige tolkningen av det Ida sier i utdraget er at hun presenterer og viser forståelse for momenter fra modelleringsprosessen, slik den er beskrevet av Blum og Leiß (2007). Det kommer frem at hun vet at det finnes en kritisk del av prosessen og hun viser kunnskap om hvordan selve arbeidet i modelleringsprosessen foregår. Analysen av Ida sin forståelse av meningsinnholdet i begrepet matematisk modellering viste at hun oppfatter det på en måte som i stor grad ligner Blum og Borromeo Ferri (2009) sin beskrivelse, som er benyttet i dette prosjektet. Å ha noe kompetanse om innholdet og gjennomføring av modelleringsprosessen i tillegg til matematisk modellering som begrep, kan være et gunstig utgangspunkt for å implementere det i matematikkundervisningen (Kuntze et al., 2013) og gi elevene lærerrike erfaringer med modellering (Thomas & Hart, 2013).

#### 4.4 Matematisk modellering og undervisning

I denne delen presenteres utsagn som kan belyse hva lærerne i utvalget tenker om matematisk modellering i undervisning. Informantene fikk spørsmål om å dele sine tanker rundt matematisk modellering i matematikkundervisning på barneskolen. Med unntak av Ida, ble informantene ikke introdusert for de didaktiske tilnærmingene modellering som innhold, verktøy og kritikk.

##### 4.4.1 Didaktiske tilnærminger til modellering

Didaktiske tilnærminger til modellering var ikke direkte uttrykt i noen av spørsmålene fra intervjuguiden. Det finnes likevel uttalelser fra informantene som på ulike måter kan relateres til de didaktiske perspektivene modellering som innhold, verktøy og kritikk. Utsagn fra informantene som handler om undervisning og matematisk modellering handler på ulike måter om elevene skal lære om modellering i seg selv, som en del av arbeidet med matematiske prosesser som ikke i utgangspunktet er modellering eller opparbeide evnen til å være kritisk gjennom erfaringer med modellering. Flere ytringer fra informantene indikerer at det foregår ulike tilnærminger til modellering i undervisningen, men at det ikke kommer tydelig til uttrykk. I det følgende presenteres utsagn som kan relateres til modellering som innhold, verktøy og kritikk.

Geir deler sine tanker om hva han tror må til for at elevene skal lære om modellering i matematikkfaget:

*«Skal man klare det så må man snakke med elevene om begrepet tidlig og ha det som en grunnpilar i hele undervisningen og alt vi holder på med så de blir innforstått med hva begrepet består av. Vi må snakke om hva det vil si, kanskje begynne med det da.»*

Geir sier at «skal man klare det» må man «snakke med elevene om begrepet». Tema for intervjuet er matematisk modellering i undervisning og det første Geir sier blir tolket til å handle om å oppnå kompetanse i modellering gjennom å snakke med elevene om innholdet i begrepet. Utsagnet gir inntrykk av å handle om å gi elevene en begrepsforståelse av modellering. Videre sier Geir at det skal være en «grunnpilar i hele undervisningen». At noe skal prege all undervisning taler for en mindre eksplisitt begrepsforståelse enn den Geir forteller om i starten av utsagnet. Han begrunner tilnærmingen med at elevene skal bli «innforstått med hva begrepet består av». For å få det til sier Geir at «vi må snakke om hva det vil si». Geir snakker om modellering uten å knytte det til andre matematiske emner eller opparbeiding av kritisk kompetanse.

Utsagnet fra Geir tolkes i lys av didaktiske tilnærminger til modellering fordi det handler om å bruke modellering i matematikkundervisning. Geir vil «snakke med elevene om begrepet» og gjøre de klar over hva «begrepet består av» for å oppnå kompetanse i modellering. Geir sin uttalelse handler om hvordan han tenker at elevene skal lære om innholdet i begrepet matematisk modellering. En slik tilnærming til modellering er av Barbosa (2006) beskrevet som modellering som innhold, og knytter seg til situasjoner hvor hensikten med å bruke modellering i undervisningen er å lære modellering i seg selv, uten at det knytter seg til læringen av matematiske prosesser som ikke er relatert til modellering. Geir sier at elevene bør oppnå begrepsforståelse for å kunne lære seg modellering. Forståelse for begrepet vil være et steg på veien mot at elevene oppnår kompetanse i modellering (Barbosa, 2006). Det er grunn for å si at Geir snakker om en didaktisk bruk av modellering som sikter mot forståelse av innholdet i begrepet. Samtidig sier Geir at modellering skal være en «grunnpilar» i hele undervisningen og «alt vi holder på med». I denne delen av utsagnet gir Geir inntrykk av at modellering skal være en del av matematikkundervisningen uavhengig av tema. Dersom modellering skal være tilstede i all matematikkundervisning vil det nødvendigvis måtte bli slik at modellering brukes og læres i sammenheng med matematiske emner som ikke er direkte relatert til modellering. Å bruke modellering som et hjelpemiddel til å lære annet matematisk innhold kalles modellering som verktøy (Barbosa, 2006). Det skiller seg fra modellering som innhold ved at forståelse for modellering i seg selv ikke er målet. Hensikten

med å bruke den didaktiske tilnærmingen modellering som verktøy er at elevene skal oppnå kompetanse i å løse matematiske utfordringer (Julie, 2002).

Geir sin uttalelse om hvordan elever skal lære matematisk modellering inneholder momenter fra didaktisk bruk av modellering som både innhold og verktøy. Geir skiller ikke tydelig mellom de to tilnærmingene, noe som kan indikere at han ikke har eksplisitt kompetanse i de ulike måtene å bruke modellering i matematikkundervisning på. I følge Barbosa (2006) kan skillet mellom de to tilnærmingene være uklart. Den tydeligste forskjellen er hvordan undervisningen foregår, om modellering er noe som skal læres i seg selv eller om det brukes som et verktøy for å lære andre prosesser. En tolkning av Geir sin ytring viser at han snakker om to av tre didaktiske tilnærminger til modellering. Julie (2002) mener at elever bør få undervisning i både modellering som innhold og verktøy fordi det vil gi dem erfaringer med reell problemløsning og gjøre at de utvikler en «modelleringsinfrastruktur» som vil gjøre dem kapable til å løse matematiske utfordringer fra egen hverdag. I tillegg er Geir sin formulering om at modellering skal være en «grunnpilar» i hele undervisningen i tråd med at modellering er et kjerneelement for matematikk i L20 (Utdanningsdirektoratet, 2019b).

Geir sin ytring over viser at han tenker på modellering som både innhold og verktøy i prosessen med å lære elevene matematisk modellering. Han forteller videre om modelleringsbegrepets rolle i hans undervisning:

*«Jeg er vel heller dårlig på å bruke begrepet matematisk modellering og modellere. Det er jeg ikke så flink til. Det skjer gjerne litt mer sånn underbevisst. Så jeg har absolutt noe å gå på i forhold til å bevisstgjøre på hva det faktisk innebærer.»*

Her sier Geir at han er «dårlig på å bruke begrepet». Tidligere snakket han om at elevene burde få en forståelse for innholdet i modelleringsbegrepet. En sammenligning av de to utsagnene til Geir viser at det han tenker er gunstig for å lære matematisk modellering ikke nødvendigvis er noe han har praktisert i sin undervisning. Han sier videre at bruken av begrepet matematisk modellering skjer «litt mer sånn underbevisst». Dersom begrepet ikke benyttes vil det være vanskelig å lære elevene modellering som innhold, fordi den tilnærmingen baserer seg på å skape forståelse for modellering i seg selv (Barbosa, 2006). En underbevisst bruk av begrepet kan knyttes til modellering som verktøy, fordi det innebærer å bruke modellering som et hjelpemiddel i forbindelse med andre matematiske temaer, uten at modellering har en fremtredende rolle (Barbosa, 2006). At modellering ikke uttalt i undervisningen og dermed har en mindre fremtredende rolle i klasserommet ble trukket frem

av Blum og Borromeo Ferri ((2009); (2013)) som en utfordring hos lærere. Til slutt i ytringen sier Geir at han absolutt har «noe å gå på» i arbeidet med å «bevisstgjøre på hva det faktisk innebærer». Her peker Geir på egne begrensninger knyttet til modellering i matematikkundervisningen sin. En bevisstgjøring på «hva det faktisk innebærer» kan tolkes som at Geir snakker om forståelse av innholdet i modelleringsbegrepet, som knyttes til den didaktiske tilnærmingen modellering som innhold (Barbosa, 2006). Blum og Borromeo Ferri (2013) gjennomførte en undersøkelse som viste at et stort antall lærere ikke brukte modellering i sin matematikkundervisning. Geir sitt utsagn er delvis med på å bekrefte Blum og Borromeo Ferri sine funn. Det må presiseres at for Geir sin del ser det ut til at begrepet matematisk modellering ikke brukes i undervisningen, men at selve prinsippet benyttes mer underbevisst. Det kan tyde på at Geir sin undervisning inneholder momenter fra didaktisk bruk av modellering som verktøy, men at tilnærmingene innhold og kritikk ikke har en tydelig rolle. I følge Hansen og Hana (2012) er de tre tilnærmingene viktige på hver sin måte for å lære matematisk modellering. Geir viser at han er bevisst på egne begrensninger rundt bruken av modelleringsbegrepet. Det kan tyde på at han ønsker å gi modellering som innhold en større plass i matematikkundervisningen.

Unni forteller hvordan hun bruker modellering i sin matematikkundervisning:

*«Vi har hatt, for eksempel når de skal regne ut noe så kan jeg si at de skal gjette hva svaret blir før de regner ut. Da må de gjøre en vurdering i forkant. Når de blir gode på å gjøre en vurdering i forkant så vil de og kanskje bli mer kritisk til sitt eget svar, sånn at de tenker «dette kan jo ikke stemme».»*

Utsagnet til Unni starter med at hun sier «vi har hatt». Da er det naturlig å anta at hun snakker ut fra egne erfaringer med modellering i matematikkundervisningen. Unni sier at elevene skal «gjette hva svaret blir før de regner ut». Å «gjette» kan bety både vilkårlig tipping, men også en mer overveid rimelighetsvurdering med utgangspunkt i beregninger av faktorene som finnes i oppgaven som skal gjøres. Videre oppklarer Unni prosessen ved å si at elevene må «gjøre en vurdering i forkant». Her er det tydelig at Unni mener en mer overveid vurdering enn vilkårlig gjetting. Det er i hvert fall naturlig å anta at det er hensikten hennes med å la elevene gjøre slike vurderinger. Unni sier at når elevene «blir gode på å gjøre en vurdering i forkant» vil de kanskje «bli mer kritisk til sitt eget svar» og tenke «dette kan jo ikke stemme». I dette utsagnet ligger det en formening om at elevene trenger en viss mengde øving for å få til slike vurderinger, «når de blir gode på å gjøre en vurdering». Når Unni snakker om effekten av å bli god til å vurdere egne svar er det ikke like tydelig om hun snakker av

erfaring når hun sier «så vil de kanskje blir mer kritisk til sitt eget svar». Det kan tyde på at hun ikke har sett denne effekten hos elevene eller at hun ikke har hatt tid til å gjennomføre ønsket mengde repetisjoner som kan gjøre elevene i stand til å gjennomføre slike rimelighetsvurderinger.

I denne forbindelse er det interessant å ta med at Unni sin oppfatning av modellering var ulik den som beskrives av Blum og Borromeo Ferri (2009). Uttalelsen hennes om modellering i undervisningen fokuserer på elevenes evne til å være kritiske. Kritikk er både et steg i modelleringsprosessen (Blum & Leilß, 2007) og en didaktisk tilnærming til modellering (Barbosa, 2006). I denne delen fokuserer analysen på den didaktiske tilnærmingen. Unni ønsker at elevene skal gjøre en rimelighetsvurdering av egne svar noe som er i tråd med hvordan English (2010) ser på modellering som kritikk. Utviklingen av kritisk kompetanse i matematikk er kan oppnås gjennom å bruke modellering på denne måten (Blomhøj, 2003). Funnet viser at Unni ser ut til å gjennomføre noen aktiviteter som kan være med på å fremme elevenes kritiske kompetanse i matematikk. Det må likevel stilles spørsmål ved om arbeidet kan kalles modellering eller om det bare er generelle rimelighetsvurderinger. Modellering som kritikk er i følge Barbosa (2006) et ledd i arbeidet mot å bli en engasjert samfunnsborger. Da må det kritiske arbeidet relateres til modeller som er hentet fra den virkelige verden og ikke bare elevenes egne svar på det som kan være urealistiske oppgaver. Det gjør at Unni sitt arbeid er et steg på veien mot å gjennomføre modellering som kritikk, men at noen sentrale aspekter ved arbeidet kan se ut til å mangle, når det tas utgangspunkt i denne uttalelsen.

I løpet av intervjuet med Ida beskrev hun modelleringsbegrepet på en måte som langt på vei var i tråd med Blum og Borromeo Ferri (2009) sin forståelse. I forbindelse med undervisning i modellering snakket hun om modelleringszyklusen og at en del elever hadde utfordringer med å være kritiske til resultater de fant. I fortsettelsen fikk Ida spørsmål om modellering som kritikk, innhold og verktøy. I forbindelse med spørsmål om modellering som innhold uttrykte Ida at hun ikke husket hva det var. Hun fikk derfor kort presentert av meg den teoretiske forståelsen til Barbosa (2006) som er brukt i denne studien. Det gjør at Ida sin uttalelse om modellering som innhold ikke presenteres i det følgende fordi det tas utgangspunkt i at den er preget av informasjonen hun fikk av meg og derfor ikke fullstendig representativ for hennes forståelse.

På spørsmål om bruken av modellering som kritikk i undervisningen sier Ida følgende:

*«Jeg har prøvd å lage to grafer hvor jeg har manipulert den ene. Og sånn kan du jo bruke til å lure folk. Så jeg har prøvd å forklare det men det ble alt for avansert for de, de var litt for små for det. Hvis de kanskje opp gjennom årene blir vant til å tenke kritisk så kan det hende de klarer det.»*

Ida sier at hun har «manipulert» en graf fordi det kan brukes til å «lure folk». Hun bruker formuleringen «jeg har prøvd» når hun forteller, som indikerer at hun snakker av erfaring. Hun viser at hun aktivt har gått inn for å lære elevene å være kritiske ved å endre en graf slik at den blir misvisende og dermed kan brukes til å «lure folk». Ida forteller at denne manipuleringen ble «alt for avansert» og at elevene «var litt for små for det». Til slutt sier Ida at hvis elevene «opp gjennom årene blir vant til å tenke kritisk» kan de få det til. Hun viser at hun har erfart at elevene ikke får det til og begrunner utfordringen med at elevene er for unge og at evnen til å tenke kritisk er for avansert for den aldersgruppen hun underviser. Likevel har hun tro på at dersom elevene får erfaringer gjennom flere år kan de bli i stand til å mestre kritisk tenking.

I følge Hansen og Hana (2012) kan statistikk fremstilles på en måte som gjør at den tjener det formålet som avsenderen ønsker. Ida sin uttalelse viser at hun har benyttet manipulerede grafer som virkemiddel for å lære elevene å møte data på en kritisk måte. Den didaktiske bruken av modellering som kritikk går ut på å utvikle elevenes kritiske kompetanse i matematikk (Blomhøj, 2003). Det gjør at behovet for å møte data med et kritisk blikk er en viktig kompetanse (English, 2010). Erfaringene som Ida forteller om kan være en gunstig metode for å gi elevene erfaringer med modellering som kritikk. Ida har ikke opplevd at elevene forsto prinsippet når hun brukte modellering som kritikk i undervisningen, og hun begrunner det med at elevene «var for små for det». Ida sin oppfatning kan relateres til Borromeo Ferri og Blum sin undersøkelse fra 2013, hvor resultatene viste at et stort antall lærere ikke brukte matematisk modellering og var redd for å implementere det i sin undervisning, fordi de anså modellering som for avansert for de laveste klassetrinnene (Borromeo Ferri & Blum, 2013). Med utgangspunkt i en tolkning av uttalelsen ser det ut som at Ida har gått aktivt inn for å implementere modellering som kritikk i sin matematikkundervisning og at hun viser relevant kompetanse i forbindelse med å bruke modellering for å lære elevene å møte data med et kritisk blikk.

Etter at Ida har snakket om modellering som kritikk får hun spørsmålet hva hun tror om å bruke modellering som verktøy i undervisningen på barneskolen:



*«Modellering som verktøy syns jeg kan funke. Når du bruker modellering som verktøy så er det jo en måte for elevene å lære seg nye begreper mens de jobber. Jeg tenker det kan være en positiv måte å jobbe på, i hvert fall på mellomtrinnet.»*

Ida tror at modellering som verktøy «kan funke». Det gir inntrykk av at hun ikke har erfaringer med å bruke modellering som verktøy i sin undervisning men at hun har tiltro til den didaktiske tilnærmingen. Hun snakker videre om hva modellering som verktøy innebærer, ved å si at det er «en måte for elevene å lære seg nye begreper mens de jobber». Ida presiserer ikke hva hun mener med «nye begreper» men det er naturlig å anta at hun mener begreper innenfor matematikkfaget eller matematisk modellering. Ida sin ytring tolkes til å handle om at modellering som verktøy er en metode der elevene får mulighet til å lære seg nye matematiske begreper samtidig som de jobber. Til slutt i utsagnet påpeker hun at hun synes det er «en positiv måte å jobbe på, i hvert fall på mellomtrinnet». Ida gir inntrykk av at hun har troen på modellering som verktøy i undervisningen, men begrenser det til mellomtrinnet, noe som kan tyde på at hun tenker at det ikke er mulig å jobbe med modellering som verktøy på de fire yngste klassetrinnene.

I følge Barbosa (2006) er modellering som verktøy en didaktisk tilnærming til modellering som går ut på at modellering brukes som et hjelpemiddel for å lære seg annet matematisk innhold. Ida uttaler at modellering som verktøy er en metode som kan brukes for å lære elevene «nye begreper mens de jobber». På den ene siden kan Ida sin uttalelse tolkes til å handle om en bruk av modellering som verktøy på en måte som er helt i tråd med Barbosa (2006) sin forståelse fordi hun snakker om å bruke modellering i forbindelse med nye matematiske begreper. «Nye begreper» kan bety matematikk som ikke i utgangspunktet er modellering. På den andre siden er Ida sin formulering utydelig rundt hvordan arbeidet skal foregå og hva som er målet for elevenes læring. Matematisk modellering kan også være «nye begreper» for elevene. En slik forståelse av uttalelsen vil tale for at hun egentlig snakker om modellering som innhold, fordi modelleringsbegrepet kan være et nytt begrep som elevene skal lære. Hun sier at de skal lære nye begreper «mens de jobber». En naturlig forståelse av mye undervisning er at læringen i mange tilfeller skjer samtidig som elevene arbeider. Det er vanskelig å si om Ida egentlig mente å si at de skal lære seg nye matematiske begreper samtidig som de jobber med modellering, som ville vært en mer presis beskrivelse av modellering som verktøy, slik den finnes hos Barbosa (2006). En slik utydelig uttalelse gjør at det er utfordrende å avgjøre om Ida viser forståelse for hva modellering som verktøy innebærer i undervisningssammenheng. Det er positivt at Ida har tro på modellering som

verktøy i matematikkundervisning, selv om hun begrenser bruken av det til mellomtrinnet. Ida sin uttalelse bekrefter det Blum og Borromeo Ferri (2013) fant om at lærere anser modellering som for avansert for de laveste klassetrinnene.

Disse funnene viser at de tre didaktiske tilnærmingene til modellering, innhold, verktøy og kritikk, finnes i ytringene til informantene, men at de i liten grad er uttalt eksplisitt. Det må tas med i vurderingen at det bare var én informant som ble introdusert for begrepsbruken knyttet til didaktiske tilnærminger til modellering. Resten av utvalget ville kanskje uttrykt seg tydeligere om modellering som innhold, verktøy og kritikk dersom de hadde fått spørsmål som var knyttet direkte til de ulike tilnærmingene.

#### 4.4.2 Realistiske kontekster og modellering

I forbindelse med at lærerne snakket om realistiske kontekster, finnes det uttalelser som kan knyttes til matematisk modellering, selv om det ikke ble uttrykt av informantene. På samme måte finnes det ytringer i forbindelse med matematisk modellering som er naturlig å koble til realistiske kontekster. I denne delen er slike utsagn representert ved utsagn fra Unni og Einar som i utgangspunktet handler om realistiske kontekster, men som kan relateres til teori om matematisk modellering.

Unni får spørsmål om hvilke matematiske emner som egner seg å knytte til realistiske kontekster. Hun forteller om sine erfaringer:

*«Men jeg ser jo på nasjonale prøver. Det er det jo ikke én oppgave som tester elevenes regneferdigheter, der elevene skal plusse eller minuse. Det går jo på at de skal skjønne om de skal bruke pluss eller minus, om de skal bruke gange eller deling eller forstå måleenheter, og så videre. Elevene kan ofte stille opp et regnestykke med addisjon, men de vet ikke når de skal bruke addisjon i en tekstoppgave nødvendigvis. De gjenkjenner ikke at her er det addisjon jeg skal bruke. Den ferdigheten må vi kanskje trene mer opp, og det kan vi kanskje gjøre ved at vi kobler det opp mot virkeligheten.»*

Unni viser til oppgaver fra «nasjonale prøver», og formuleringen «jeg ser jo», kan tolkes som at hun snakker om noe hun har erfaring med. Unni forteller at i nasjonale prøver er det ingen oppgaver hvor elevenes «regneferdigheter» blir testet, og utdyper hva hun mener med å si at det gjelder oppgaver «der elevene skal plusse eller minuse». Unni sitt utsagn kan handle om at hun ikke har sett noen oppgaver i de nasjonale prøvene hvor elevene skal blir testet i de fire regneartene, og at «plusse og minuse» sikter til de to regneartene addisjon og subtraksjon. Videre sier Unni at «det går jo på at de skal skjønne om de skal bruke pluss eller minus, om

de skal bruke ganging eller deling eller forstå måleenheter, og så videre». Uttalelsen «pluss eller minus» og «ganging eller deling», styrker inntrykket av at Unni snakker om de fire regneartene. Hun sier at «de skal skjønne om de skal bruke» før hun presiserer de fire regneartene og «måleenheter, og så videre». Unni sin oppfatning virker å være at oppgavene i de nasjonale prøvene fokuserer på at elevene skal forstå hvilken regneart eller regneoperasjon de skal bruke. Det neste Unni sier er at elevene ofte «kan stille opp et regnestykke med addisjon». Å «stille opp et regnestykke» kan handle om selve operasjonen med å systematisere tall i forhold til hverandre for å kunne bruke «addisjon» og regne ut svaret. Unni sier at elevene «kan ofte» denne operasjonen. Videre sier hun at elevene «vet ikke når de skal bruke addisjon i en tekstoppgave nødvendigvis». Denne uttalelsen indikerer at Unni oppfatter en utfordring hos elevene i forbindelse med «tekstoppgaver». Hva Unni definerer som en tekstoppgave kommer ikke frem i utsagnet. En naturlig forståelse av ordet er matematiske oppgaver formulert i tekst. I følge det Unni sier vet ikke elevene «når de skal bruke addisjon» i slike tekstoppgaver, «nødvendigvis». Det kan indikere at Unni har opplevd situasjoner hvor elevene har utfordringer med å vite hva en «tekstoppgave» spør etter, men at det «nødvendigvis» ikke er noe som alltid forekommer. En samlet forståelse av setningen gir inntrykk av at når Unni sier «tekstoppgaver» sikter hun til oppgaver formulert i tekst hvor regneoperasjonen ikke er oppgitt. Unni forteller at elevene «gjenkjenner ikke at her er det addisjon jeg skal bruke». Det er naturlig å anta at dette utsagnet knyttes til det Unni sa om tekstoppgaver. Da kan denne uttalelsen handle om at Unni har erfaring med at elevene ikke kjenner igjen når de skal bruke addisjon når de skal løse en tekstoppgave, selv om de mestrer addisjon som regneoperasjon. Til slutt sier Unni at «den ferdigheten må vi kanskje trene mer opp». Med utgangspunkt i en helhetlig forståelse av Unni sitt utsagn kan «ferdigheten» handle om elevenes evne til å gjenkjenne hvilken regneart de skal benytte når det ikke er oppgitt. Unni sier at denne ferdigheten kanskje må trenes mer opp, og at det kan gjøres «ved at vi kobler det opp mot virkeligheten». Unni snakker om å koble «det» til «virkeligheten», som kan handle om at de fire regneartene og «måleenheter», som hun nevnte, kan kobles til virkelige situasjoner for at elevene skal opparbeide evnen til å gjenkjenne og forstå hvilken regneart de skal benytte i tilfeller hvor det ikke er oppgitt.

Utsagnet til Unni kom i forbindelse med at realistiske kontekster var tema for intervjuet. Hun snakker om at nasjonale prøver inneholder oppgaver hvor elevene skal skjønne hvilken regneart de skal benytte og forstå måleenheter. Innholdet i Unni sin ytring kan relateres til arbeid med matematisk modellering, som i følge Maass og Engeln (2018), blant annet handler

om å velge ut passende metode og prøve seg frem i arbeidet med å finne mulige løsninger. Unni sier at elevene må «skjønne om de skal bruke pluss eller minus», som kan relateres til det English (2006) har skrevet om at matematisk modellering kan benyttes i arbeidet med å gjøre elever i stand til å velge riktig metode for utregning. Unni skiller mellom elevenes evne til å «stille opp et regnestykke» og «gjenkjenne» hvilken regneoperasjon de skal benytte. Hun tror at ferdigheten med å «gjenkjenne» kan opparbeides ved å koble matematikk til «virkelige situasjoner». Unni sin ytring inneholder sentrale elementer fra model eliciting activities (MEA), som er basert på arbeid med realistiske utfordringer som ikke er rutinepregede eller fokusert på å drille elevenes ferdigheter. Hensikten med MEA er å opparbeide betydningsfulle matematiske ideer ved hjelp av modell-fremkallende aktiviteter (Gilat & Amit, 2013). Unni sin ytring om at å koble matematikk til virkelige situasjoner kan gjøre elevene bedre rustet til å gjenkjenne hvilken matematisk regneoperasjon de skal bruke, inneholder sentrale trekk fra aktiviteter som relateres til matematisk modellering. Unni viste en begrenset forståelse av begrepet matematisk modellering tidligere i intervjuet. Her uttaler hun at virkelige situasjoner kan kobles sammen med matematikk, og at det kan gjøre elevene bedre til å kjenne igjen hvilken regneoperasjon de skal bruke, som inneholder elementer fra matematisk modellering og modell-fremkallende aktiviteter. At Unni snakker om undervisning i realistiske kontekster ved hjelp av formuleringer som kan relateres til matematisk modellering, og at Unni ikke er bevisst på denne sammenhengen, kan bety at Unni sin undervisning inneholder elementer fra matematisk modellering, i tilfeller hvor hun i utgangspunktet tenker at opplæringen handler om realistiske kontekster. I denne ytringen bruker Unni oppgaver fra nasjonale prøver som eksempel. Det kan bety at de erfaringene hun har med realistiske kontekster i sin undervisning er hentet fra nasjonale prøver, og ikke er noe hun selv har gjennomført.

Einar snakker om realistiske kontekster i matematikkundervisning:

*«Det blir vanskelig å kunne jobbe med matematikk uten å kunne relatere det til virkeligheten, for matematikk er jo på en måte beskrivelser av virkeligheten.»*

Her sier Einar at det «blir vanskelig» å arbeide med matematikk uten å kunne «relatere det til virkeligheten». En slik uttalelse gir inntrykk av at Einar synes det er enklere, eller mindre vanskelig, å relatere matematikk til virkeligheten, enn å ikke gjøre det. Han forteller videre at matematikk, på en måte, er «beskrivelser av virkeligheten». Denne setningen understreker den første, ved at Einar definerer at matematikk handler om beskrivelser av virkeligheten. Da blir det naturlig å tenke at han synes det er vanskelig å jobbe med matematikk uten noen koblinger til virkelige situasjoner.

Einar uttaler at matematikk er «beskrivelser av virkeligheten», samtidig som han knytter arbeidet med matematikk til realistiske kontekster, ved å snakke om å «relatere det til virkeligheten». Einar sin uttalelse er svært lik beskrivelsen av realistiske kontekster som finnes hos Blum et al. (2007). De beskriver realistiske kontekster som situasjoner som kan relateres til hverdagslige utfordringer, verden rundt oss og forberede til fremtidig yrkesliv. Einar snakker om å «relatere» matematikk «til virkeligheten», som kan tolkes som en beskrivelse av å skape en sammenheng mellom matematikk og den virkelige verden. Uttalelsen til Einar ligger tett opp til Smith og Morgan (2016) sin beskrivelse av at matematisk modellering går ut på å konstruere en matematisk beskrivelse av en reell situasjon, hvor hensikten er å løse et realistisk problem. Einar sin ytring om å relatere matematikk til virkeligheten og beskrive virkeligheten ved å bruke matematikk kan kobles til både realistiske kontekster og matematisk modellering.

Julie (2002) har argumentert for at modellering kan brukes for å skape erfaringer med realistiske situasjoner i matematikkundervisning. Senere i intervjuet uttrykker Einar en sammenheng mellom realistiske kontekster og matematisk modellering:

*«Jeg vil tro at mye av det vi gjør når jeg snakker om realistiske kontekster vil kunne defineres som modellering.»*

Einar tror at «mye av det vi gjør» når han snakker om realistiske kontekster «vil kunne defineres som modellering». Her uttaler Einar at mange situasjoner i hans undervisning kan knyttes til både realistiske kontekster og matematisk modellering. Uttalelsen til Einar er med på å understreke Julie (2002) sitt poeng om at modellering er en måte å jobbe med realistiske kontekster på. Her viser Einar forståelse for at realistiske kontekster og matematisk modellering er tilnærminger til matematikk som i mange tilfeller vil kunne relateres til hverandre og være tilstede i de samme situasjonene. Berget og Bolstad (2019) har presentert en generell antakelse om at implementering av modellering i matematikkfaget er en måte å skape relevante erfaringer som kan relateres til det virkelige liv.

#### 4.4.3 Elever og modellering

I det følgende presenteres utsagn som belyser hva lærerne tenker om hvordan matematisk modellering i undervisningen blir tatt i mot av elevene. Ytringene vil bli representert ved en uttalelse fra Ida og Lisa, som presenterer to ulike oppfatninger av hvordan elever opplever matematisk modellering i undervisningen.

Ida forteller om sin egen og elevenes sin oppfatning av matematisk modellering i undervisning på barneskolen:

*«Jeg synes det er kjempepositivt. Jeg merker jo selv i praksis at det fungerer og elevene har en helt annen form for motivasjon når de jobber på den måten her. Det går jo på samarbeid, man må tenke sammen, det er ikke noe individuelt arbeid og de synes det er kjempekjekt når de har jobbet med modelleringsoppgaver i timen. Du merker at det er en helt annen stemning i klasserommet i motsetning til tradisjonell undervisning.»*

Ida sier at «det er kjempepositivt». Med utgangspunkt i spørsmålet hun fikk er det naturlig å anta at er hennes egen innstilling til å benytte matematisk modellering i undervisning på barnetrinnet. Videre sier hun at «jeg merker jo selv i praksis at det fungerer», som indikerer at hun har gjennomført undervisning med eller om matematisk modellering. Hun forteller «at det fungerer og elevene har en helt annen form for motivasjon», men presiserer ikke hva som «fungerer» eller hva en «annen form» for motivasjon betyr. Formuleringen til Ida kan handle om at det som fungerer, er at elevene lærer det de skal. Grunnen til det er at hun sier «det fungerer og elevene har en helt annen form for motivasjon», som kan indikere at det som fungerer ikke nødvendigvis sikter til motivasjon. I en undervisningssituasjon er det naturlig å tenke at elevenes læring og motivasjon er to ting som læreren er opptatt av at skal fungere. Ida knytter elevenes motivasjon til når «de jobber på den måten her», som antas å handle om arbeid med matematisk modellering i undervisningen, på grunn av spørsmålet hun svarer på. Ida sier at «det går jo på samarbeid, man må tenke sammen» og sier videre at det ikke er «noe individuelt arbeid». Denne uttalelsen gir inntrykk av at Ida utelukkende bruker samarbeid når elevene skal jobbe med matematisk modellering. Det neste hun sier er at «de synes det er kjempekjekt når de har jobbet med modelleringsoppgaver i timen». Formuleringen «de synes det er», gjør igjen at Ida sin uttalelse virker å være basert på egne erfaringer, og at hun har inntrykk av at elevene opplevde «modelleringsoppgaver» som «kjempekjekt». Det siste hun sier er at det er «en helt annen stemning» i klasserommet enn ved «tradisjonell undervisning». Denne ytringen kan handle om at Ida har erfaringer med mindre motivasjon og positivitet hos elevgruppen sin når de har gjort oppgaver hun ikke relaterer til matematisk modellering, som hun i dette tilfellet referer til som «tradisjonell undervisning». Det grunn for å stille spørsmål ved om «en annen form for motivasjon» og «en helt annen stemning» i elevgruppen kan være påvirket av hvordan undervisningen er organisert, mer enn at innholdet er knyttet til matematisk modellering. Begrunnelsen for å stille spørsmål ved om det er modelleringsoppgaver som motiverer elevene er at Ida kobler matematisk modellering direkte til samarbeid, og sier eksplisitt at «det er ikke noe individuelt arbeid». Det kan bety at elever

som er glad i samarbeid automatisk viser en annen form for motivasjon når undervisningen til Ida organiseres på denne måten, uavhengig av om temaet for timen er matematisk modellering eller ikke.

Ida sier først at «jeg synes det er kjempepositivt», som kan vise en positiv innstilling til å implementere matematisk modellering i undervisning på barnetrinnet. Hun sier at hun «merker jo selv i praksis at det fungerer» som kan tolkes som at hun bruker modellering i sin undervisning. Dette står i kontrast til det Borromeo Ferri og Blum (2013) fant om at mange lærere ikke brukte matematisk modellering og var redd for å implementere det i sin undervisning. Ida kobler modelleringsoppgaver til samarbeid, noe som matematisk modellering egner seg godt til, i følge English (2006). Det Ida sier om samarbeid kan vise at hun organiserer undervisningen på en gunstig måte når hun skal implementere matematisk modellering. Videre sier Ida at «det er ikke noe individuelt arbeid» når hun snakker om matematisk modellering i undervisningen. Selv om English har understreket at modellering er gunstig å jobbe med som samarbeid og gruppearbeidet betyr ikke det at individuelt arbeid skal utelukkes helt, slik Ida sin ytring gir inntrykk av. Her viser Ida en noe bestemt oppfatning av hvordan hun organiserer undervisning med matematisk modellering, som kan tolkes dit hen at hun utelukker arbeidsformer som ikke er basert på samarbeid. En av fordelene med matematisk modellering er at det åpner opp for ulike måter å lære på (English, 2006). Ida snakker om erfaringer med «modelleringsoppgaver», uten å forklarer hva en slik oppgave innebærer. Tidligere i intervjuet formulerte Ida seg om begrepet matematisk modellering med ord og meningsinnhold som kunne relateres til Blum og Borromeo Ferri (2009) sin formulering av begrepets innhold. Det gjør at det er grunn til å anta at når Ida snakker om «modelleringsoppgaver» sikter hun til oppgaver som inneholder elementer av matematisk modellering. Ida påpeker at elevene viser «en annen form for motivasjon» og har erfart at elevene synes modelleringsoppgaver er «kjempekjekt» å jobbe med. En tolkning av utsagnet kan handle om at Ida sikter til økt motivasjon, noe som også er påpekt av Kaiser og Sriraman (2006) som et av flere mål med å bruke matematisk modellering i undervisning. Til slutt i utsagnet sier Ida at det «en helt annen stemning i klasserommet, i motsetning til tradisjonell undervisning». Det må antas at Ida her sammenligner stemningen i klasserommet når hun gjennomfører undervisning knyttet til matematisk modellering og når hun ikke gjør det, uten at hun spesifiserer hva «tradisjonell undervisning» betyr. Med utgangspunkt i det Ida sa om samarbeid og «ikke noe individuelt arbeid» tidligere i utsagnet, er det grunn til å tolke at utsagnet om «tradisjonell undervisning» i hvert fall innebærer noe individuelt arbeid. Da kan

innholdet i den siste setningen fra Ida forstås slik at stemningen i klasserommet er annerledes når elevene samarbeider om modelleringsoppgaver enn når de jobber individuelt med emner som ikke er knyttet til matematisk modellering. Det må understrekes at dette er Ida sin opplevelse av «stemningen i klasserommet», og ikke elevenes. Det må igjen understrekes at denne «stemningen» som Ida opplever blant elevene kan være påvirket av hvordan hun organiserer undervisningen i forbindelse med matematisk modellering, mer enn den matematiske modelleringen i seg selv.

Ida uttaler at hun er positivt innstilt til matematisk modellering i undervisningen og at elevene hennes trives godt med modelleringsoppgaver. Ida har uttalt en begrepsforståelse som i stor grad samsvarer med hvordan matematisk modellering er beskrevet av Blum og Borromeo Ferri (2009). Lærerens oppfatning av matematikk virker inn på undervisningen (Skott, 2015) og i Ida sitt utsagn gir inntrykk av at både lærer og elever trives med matematisk modellering i undervisningen.

Lisa forteller om matematisk modellering i undervisning på følgende måte:

*Intervjuer: Hva tenker du om å bruke matematisk modellering på barnetrinnet?*

*Lisa: Jeg synes det er morsomt.*

*Intervjuer: Er dette noe du har brukt i din undervisning?*

*Lisa: Ja da vi fikk nye lærebøker kom dette her inn igjen.*

*(...)*

*Lisa: Når vi får nye lærebøker da blar elevene gjennom og sier «åååh, her er det modellering» (negativt tonefall). Så det er nok generelt vanskelig.*

*Intervjuer: Så elevene oppfatter det som en vanskelig del av matten?*

*Lisa. Ja, det gjør de.*

På spørsmål om å bruke matematisk modellering i undervisning på barnetrinnet svarer Lisa at hun «syns det er morsomt». Her viser Lisa en positiv innstilling til temaet, på tross av at hun tidligere i intervjuet uttrykte at hun ikke visste hva matematisk modellering var. Hun forteller at matematisk modellering har kommet inn i hennes undervisning «da vi fikk nye lærebøker». En slik uttalelse gir inntrykk av at Lisa sin undervisning om matematisk modellering tar utgangspunkt i læreverket, og at matematisk modellering er tilstede i det læreverket hun sist fikk utdelt. Uttalelsen til Lisa handler videre om hvordan hun opplever at elevene oppfatter matematisk modellering. Hun sier at elevene blar gjennom nye lærebøker og uttaler seg i negativt tonefall når de ser at ordet «modellering» er nevnt i boken. Det tas utgangspunkt i at Lisa snakker om matematisk modellering. Hun forteller at «det er nok generelt vanskelig», som kan handle om Lisa sin oppfatning av hvordan elevene opplever modellering. Når hun får



spørsmål om elevene oppfatter modellering som en vanskelig del av matematikken, bekrefter hun det ved å svare «ja, det gjør de».

Lisa svarer at hun synes «det er morsomt» når hun får spørsmål om å dele sine tanker om matematisk modellering i undervisning på barnetrinnet. At noe er «morsomt» kan indikere at Lisa har en positiv innstilling til å bruke matematisk modellering i undervisningen. At læreren har en positiv innstilling kan være et godt utgangspunkt for å tilrettelegge og støtte elevene i prosessene som skal gi dem erfaringer og kompetanse i matematisk modellering (Thomas & Hart, 2013). Formuleringen til Lisa, «når vi får nye lærebøker», gir grunn til å anta at hun snakker om noe hun har erfart i sin matematikkundervisning. Lisa uttrykker en opplevelse av at elevene omtaler og oppfatter modellering på en negativ måte. Formuleringen gir også grunn for å lure på om elevenes negative oppfatning av matematisk modellering er basert på erfaringer fra læreboken. Videre uttrykker Lisa at «det er nok» vanskelig, som gir mer inntrykk av Lisa sin antakelse, enn hennes konkrete erfaringer. Lisa sier at modellering er «generelt» vanskelig, noe som gir inntrykk av at alt som hun relaterer til matematisk modellering er utfordrende for elevene. At matematisk modellering kan være utfordrende for elever, er understreket av Blum og Borromeo Ferri (2009). Da Lisa fikk spørsmål om hva hun legger i begrepet matematisk modellering uttalte at hun ikke vet hva matematisk modellering er. Læreren oppfatning av begrepet spiller inn på elevenes møte med matematisk modellering, (Siller et al., 2012). At elevene til Lisa ser på modellering som vanskelig kan være påvirket av at Lisa viser manglende kompetanse om begrepet. Elevenes negative innstilling til matematisk modellering kan også gjøre det utfordrende for Lisa å implementere mer matematisk modellering i undervisningen.

Ida og Lisa sine ytringer om matematisk modellering i undervisningen inneholder beskrivelser av én positiv og én mer negativt innstilt elevgruppe. Uttalelsene deres kan vise at hvordan læreren oppfatter matematikk virker inn på undervisningen (Skott, 2015), og at elevenes møte med modellering vil påvirkes av hvilken oppfatning læreren deres har av begrepet (Siller et al., 2012). Ida sin ytring fokuserer på motivasjon og hun forteller at elevene synes det er «kjempekjekt» å jobbe med modelleringsoppgaver. Ida viser forståelse for innholdet i modelleringsbegrepet og sier at hun synes det er «kjempepositivt» å benytte matematisk modellering i undervisning på barneskolen, noe som kan ha virket inn på hvordan elevgruppen hennes oppfatter matematisk modellering. Lisa snakker om at «det er nok generelt vanskelig», og knytter det til når elevene ser ordet «modellering» i læreboken. Selv

om Lisa uttaler en positiv innstilling til matematisk modellering i undervisningen viste Lisa tidligere i intervjuet en begrenset forståelse av begrepet matematisk modellering. Det kan virke inn på hvordan modellering kommer til uttrykk i hennes undervisning, som igjen kan påvirke hvordan elevene hennes oppfatter matematisk modellering.

#### 4.4.4 Lærerrollen

Ida fokuserer på lærerrollen når hun i utsagnet under fra et lærerperspektiv beskriver utfordringer med å finne undervisningsopplegg med modellering i de lærebøkene hun bruker i dag:

*«For nå, hvis du skal jobbe med modellering så krever det jo mer av deg som lærer. Du må planlegge og lage disse undervisningsoppleggene. Det er jo ikke sånne ting som du klarer å finne i læreboken, i hvert fall den dag i dag (...) Du må ha kunnskap om modelleringssyklusen, disse modellene og modellering og de forskjellige modelleringskategoriene.»*

Ida sier «hvis du skal jobbe med modellering». Å «jobbe med modellering» kan handle om aktiviteter knyttet til matematisk modellering. Ida utdyper ikke hva hun legger i formuleringen. Hun sier videre at å jobbe med modellering «krever jo mer av deg som lærer». Uttalelsen kan handle om at arbeidet med matematisk modellering oppleves som mer krevende for Ida, sammenlignet med emner hun ikke relaterer til modellering. Videre sier Ida at «du må planlegge», for å jobbe med modellering. Det er naturlig å tenke at all undervisning til en viss grad må planlegges, og at Ida i dette tilfellet snakker om en planlegging utover det hun vanligvis gjør, fordi hun sa at arbeid med modellering krever mer av henne som lærer. Det neste hun sier er at du må «lage disse undervisningsoppleggene». Også her er det naturlig å tenke at en undervisningsøkt ofte vil være basert på et undervisningsopplegg. At Ida påpeker dette i forbindelse med matematisk modellering i undervisningen kan handle om en opplevelse av at opplegget ikke kan baseres på andre ressurser som finnes tilgjengelig, men må utarbeides på egenhånd. Hun understreker hva hun mener i neste setning, og sier at «det er jo ikke sånne ting som du klarer å finne i læreboken». Her understreker Ida at den forrige ytringen om å «lage» undervisningsopplegg handler om at hun ikke kan basere planleggingen på læreboken. Hun sier at dette gjelder «den dag i dag», som kan tolkes som at Ida tenker at matematisk modellering vil være til stede i fremtidige læreverk. Til slutt sier Ida at «du må ha kunnskap om modelleringssyklusen, disse modellene og modellering». Ytringen kan handle om hva Ida tenker at læreren må ha «kunnskap om» for å «jobbe med modellering», som hun sa tidligere. Hun nevner «modelleringssyklusen», som antas å sikte til modelleringsprosessen.

Det neste hun fremhever at læreren må ha kunnskap om for å jobbe med modellering er «disse modellene», som kan sikte til hva en matematisk modell egentlig er. Uttalelsen er noe generell. Ida fremhever «modellering» som nødvendig kunnskap for å jobbe med modellering. Utsagnet kan omhandle kunnskap om hva matematisk modellering er, hvordan matematisk modellering foregår eller hvordan det matematisk modellering kan komme til uttrykk i undervisningssituasjoner. Også her er Ida noe generell, og det er vanskelig å tolke nøyaktig hva hun legger i de ulike begrepene. Det siste hun fremhever når det handler om kunnskap er «de forskjellige modelleringskategoriene». En slik formulering er noe uklar når den kommer uten ytterligere forklaring. Tidligere i intervjuet med Ida ble de tre didaktiske tilnærmingene til modellering nevnt, som kan bety at det er modellering som innhold, verktøy og kritikk Ida sikter til her.

Ida snakker om å «jobbe med modellering», uten å understreke hva hun legger i «jobbe med». Modellering kan, i følge Barbosa (2006), brukes i undervisning som innhold, verktøy eller kritikk. Ida understreker ikke hvordan matematisk modellering kommer til uttrykk i hennes undervisning. Hun fremhever at å jobbe med matematisk modellering «krever mer av deg som lærer», og som kan forstås som en formulering av at matematisk modellering oppleves som utfordrende for henne som lærer. Blum og Borromeo Ferri (2009) argumenterte for at matematisk modellering er utfordrende for både lærere og elever, noe som kan gjøre at det blir mindre tilstedeværende i undervisningen enn det som er ønsket av utdanningsmyndigheter. Ida peker på at modellering kan være krevende, men gir ikke uttrykk for en begrenset tilstedeværelse av matematisk modellering i hennes undervisning som følge av det. Dette kan vise at Ida implementerer matematisk modellering i sin undervisning, på tross av at hun opplever at hun må lage undervisningsopplegg selv fordi det ikke finnes i læreboken hun benytter i dag. Dersom fremtidige læreverk inneholder matematisk modellering vil Ida sitt planleggingsarbeid kanskje bli mindre krevende. Ida sier at «du må ha kunnskap om modelleringssyklusen, disse modellene og modellering». Ida sitt utsagn kan relateres til den kompetansen som Kuntze et al. (2013) har argumentert for at læreren må ha for å kunne tilrettelegge for gode læringsmuligheter i modellering. Kompetansen er sammensatt og består blant annet av generell kunnskap om modellering i matematikk, modelleringssyklusen, pedagogisk kompetanse, bruk av teknologi i modellering og hvordan støtte og vurdere elevenes modelleringsarbeid. Tidligere i intervjuet viste Ida forståelse for momenter fra modelleringscyklusen, eller modelleringsprosessen, slik den er beskrevet av Blum og Leiß (2007). At Ida knytter den til matematisk modellering i undervisning styrker

inntrykket av Ida kjenner til modelleringsprosessen. Det neste hun fremhever at læreren må ha kunnskap om for å jobbe med modellering er «disse modellene og modellering». Tidligere i intervjuet viste Ida kompetanse om begrepsinnholdet i matematisk modellering på en måte som samsvarte med Blum og Borromeo Ferri (2009) sin beskrivelse. At Ida viser forståelse for begrepet matematisk modellering kan styrke inntrykket av at hun snakker om en «modell» som et forhold mellom noe matematisk og noe ikke-matematisk, slik det er beskrevet av Blomhøj (2003). Det vil likevel være en tolkning med forbehold, fordi Ida ikke utdyper hva hun legger i begrepene. Til slutt blir «de forskjellige modelleringskategoriene» løftet frem av Ida som en av tingene du må ha kunnskap om for å «jobbe med modellering», uten at hun definerer de ulike kategoriene. Tidligere i intervjuet med Ida ble de tre didaktiske tilnærmingene til matematisk modellering nevnt, på bakgrunn av uttalelser Ida gjorde. De tre tilnærmingene er modellering som innhold, verktøy og kritikk (Barbosa, 2006). Det er mulig å anta at Ida sikter til disse, fordi det hadde vært oppe i samtalen på et tidligere tidspunkt, men det er en tolkning på tynt grunnlag som dermed ikke kan legges til grunn som meningen i Ida sin ytring.

Ida sier at hun oppfatter arbeid med modellering i undervisningen som «krevende», som også er løftet frem av Blum og Borromeo Ferri (2009). Hun begrunner oppfatningen med at hun må planlegge og lage egne undervisningsopplegg, fordi det ikke finnes i læreverket hun bruker i dag.

Ida har tidligere i intervjuet kommet med ytringer som kan knyttes til Blum og Borromeo Ferri (2009) sin beskrivelse av matematisk modellering og elementer fra modelleringsprosessen slik den er beskrevet av Blum og Leiß (2007). Hun har også vist kunnskap om modellering som kritikk og verktøy, slik det er formulert hos Barbosa (2006). Hun har uttalt at «det er kjempepositivt» å bruke matematisk modellering i undervisning på barneskolen. En samlet tolkning av Ida sitt utsagn og tidligere relevante ytringer kan indikere at Ida har kompetanse om flere sentrale deler av matematisk modellering. Det står i kontrast til Kuntze et al. (2013) sine funn om at det var et behov for mer profesjonell utvikling av matematisk modellering hos et utvalg lærere. Ida sin uttalelse gir inntrykk av at det er planleggingsarbeidet hun opplever er krevende når det gjelder matematisk modellering i undervisningen, men at det ikke hindrer henne i å forsøke å implementere matematisk modellering i undervisningen.

Einar tar også, som Ida, et lærerperspektiv når han kommer med betraktninger på det å bruke matematisk modellering i undervisningen:

*«Jeg tror det krever mer kunnskap som lærere, og mer kompetanse i både å håndtere klassen generelt men og fagdidaktisk kompetanse i å kunne gjøre aktiviteter med elevene, hvor de modellerer. I praksis så krever det mye av meg som lærer (...) Jeg føler det krever mer av meg enn om jeg skal bare vurdere noe som er gjort, er dette rett? Så jeg føler absolutt det er utfordrende, men igjen, det er mye kjekkere da.»*

Einar sier at han tror det krever mer «kunnskap som lærere», som er en generell uttalelse han ikke knytter direkte til matematisk modellering og undervisning. Han snakker om «lærere», og gir med det inntrykk av å sikte til lærere som en gruppe, og ikke bare til seg selv. Videre sier Einar at han tror det krever «mer kompetanse» og påpeker at kompetansen knytter seg til «å håndtere klassen generelt». «Å håndtere klassen generelt» kan sikte til pedagogisk kompetanse og klasseledelse. At Einar trekker det frem i sammenheng med matematisk modellering i undervisningen kan bety at han ser på matematisk modellering som et utfordrende element å trekke inn i undervisningen, som vil kreve at læreren er en tydelig klasseleder. Det kan og handle om at Einar oppfatter at matematisk modellering krever en annen form for pedagogikk og klasseledelse enn den han ser for seg at utøves i undervisning som ikke fokuserer på matematisk modellering, og at det er grunnen til at han fremhever «mer kompetanse» knyttet til å håndtere klassen generelt. Den andre faktoren som Einar peker på at det kreves mer kompetanse i er «fagdidaktisk kompetanse i å kunne gjøre aktiviteter med elevene, hvor de modellerer». Her kobler Einar didaktisk kompetanse direkte til modellering. Det han sier kan handle om at lærere trenger mer kompetanse i å gjennomføre aktiviteter hvor elevene får erfaringer med matematisk modellering. At Einar påpeker det kan gi inntrykk av at han ser på matematisk modellering som et tema hvor læreren trenger utvidet didaktisk kompetanse om hvordan aktiviteter kan gjennomføres. Han sier at «i praksis så krever det mye av meg som lærer», som kan tolkes som en presisering av det Einar sa om at matematisk modellering i undervisningen «krever mer kunnskap» og «mer kompetanse» i å håndtere elevgruppen og rundt gjennomføring av aktiviteter hvor elevene modellerer. Her fokuserer Einar på seg selv, og ikke «lærere» som han gjorde i starten av utsagnet. Einar forteller videre at han «føler det krever mer av meg enn om jeg bare skal vurdere noe som er gjort, er dette rett?». Uttalelsen til Einar kan virke som en sammenligning av mer oppgaveorientert matematikk, hvor læreren skal vurdere om elevene har svart riktig eller galt på en oppgave, og undervisning om matematisk modellering. Einar sier at det siste krever mer av han, som også gir inntrykk av at han tenker på matematisk modellering som et tema hvor hensikten ikke er å finne frem til rett eller galt, men er mer sammensatt vurdering av hva elevene har kommet

frem til. Han avslutter med å si at «jeg føler absolutt det er utfordrende, men igjen, det er mye kjekkere da.». Her gir Einar inntrykk av at selv om han opplever at matematisk modellering i undervisningen krever mer kunnskap og kompetanse av han som lærer, noe han sier at er utfordrende, så synes han at det er «mye kjekkere». At Einar sier «mye kjekkere», kan tolkes som en positiv innstilling for å bruke matematisk modellering i undervisningen.

Einar forteller at matematisk modellering i undervisning krever mer kompetanse i å «håndtere klassen generelt», som kan forstås som en beskrivelse av kompetanse i klasseledelse og pedagogikk. Kuntze et al. (2013) har påpekt at pedagogisk kompetanse er en av flere kompetanser som kreves av læreren når matematisk modellering skal implementeres i undervisningen. Einar fremhever også «fagdidaktisk kompetanse i å kunne gjøre aktiviteter med elevene, hvor de modellerer», som en faktor hvor han tror det kreves mer kompetanse hos lærere når matematisk modellering skal implementeres i undervisningen. Han snakker om matematisk modellering i sammenheng med pedagogisk kompetanse. Einar sin uttalelse kan relateres til Borromeo Ferri (2013) sitt argument for at læreren må ha pedagogisk innholdskompetanse (PCK). PCK handler om evnen til å undervise om modellering og anvendelser på en måte som tilrettelegger for læring hos elevene.

Einar sikter til «lærere», som kan bety at han mener en kompetanseheving i pedagogikk og didaktisk bruk av matematisk modellering er nødvendig hos en større gruppe lærere, eller alle lærere. En slik uttalelse kan tolkes som at Einar tenker at lærerstaben i dag ikke har tilstrekkelig kompetanse til å implementere matematisk modellering i undervisningen. At det kan være nødvendig med en utvikling i kompetanse knyttet til å bruke matematisk modellering i undervisningen ble fremhevet av Kuntze et al. (2013), etter en undersøkelse av østerrikske læreres kompetanse i å bruke modellering i undervisning. Videre retter Einar blikket mot seg selv og sier at «i praksis krever det mye av meg som lærer». Det er naturlig å anta at Einar sikter til arbeidet med å opparbeide kunnskap og kompetanse for å implementere matematisk modellering i undervisningen. Tilrettelegging av gode læringsmuligheter i matematisk modellering krever at læreren har profesjonell kunnskap om emnet (Kuntze et al., 2013), og matematisk modellering kan oppleves som utfordrende for både lærere og elever (Blomhøj & Jensen, 2003). Uttalelsen til Einar gir inntrykk av å være basert på erfaring og kan vise at han er bevisst på at arbeidet med matematisk modellering krever visse kompetanser av han, som han kanskje opplever at han ikke har på tidspunktet da intervjuet ble gjennomført. Borromeo Ferri (2013) mener at det er læreres ansvar å skaffe seg kunnskap om

i hvert fall enkelte deler av matematisk modellering for å kunne bruke det i undervisningen. Einar virker å være bevisst på egne begrensninger når matematisk modellering skal implementeres i undervisning, noe som kan føre til at han fokuserer på å øke egen kompetanse. Einar forteller at det «krever mer av meg enn om jeg skal bare vurdere noe som er gjort, er dette rett?». De Einar sier her kan antyde at han tenker at oppgaver knyttet til matematisk modellering ikke kan vurderes med tilbakemelding om rett eller galt. I følge Gilat og Amit (2013) er oppgaver med matematisk modellering gjerne formulert slik at det finnes flere metoder og løsninger som kan fungere og de kan løses på ulike ferdighetsnivåer, avhengig av elevenes forkunnskaper og kompetanse. At Einar opplever modelleringsoppgaver som mer krevende å vurdere kan handle om at han kjenner til disse egenskapene ved oppgaver i matematisk modellering. Tidligere i intervjuet formulerte Einar seg om begrepet matematisk modellering på en måte som i stor grad samsvarer med Blum og Borromeo Ferri (2009) sin forståelse. Han fortalte også om arbeid med matematisk modellering som kunne relateres til flere av stegene i Blum og Leiß (2007) sin beskrivelse av modelleringsprosessen. I utsagnet over uttaler Einar at han opplever at matematisk modellering i undervisningen krever mer av han som lærer. Han sier at det er «utfordrende, men igjen, det er mye kjekkere da», som kan indikere en positiv innstilling på tross av noen krevende elementer i arbeidet med matematisk modellering i undervisningen. Positiv innstilling kan være et godt utgangspunkt for å skape læringsmuligheter i modellering (Siller et al., 2012). Lesh (2003b) fant ut at lærerens kunnskap og interesse for matematisk modellering er avgjørende i arbeidet med tilrettelegging av gode læringsmuligheter for elevene i emnet. Einar viser både kunnskap og interesse for matematisk modellering i undervisning.

## 5 Diskusjon

Alle seks lærerne i utvalget viser forståelse for sentrale elementer fra begrepsinnholdet i realistiske kontekster. I forbindelse med spørsmål om realistiske kontekster i undervisningen er det særlig to ting som går igjen hos informantene; forståelse for matematikkfagets anvendelser i den virkelige verden og motivasjon. De snakker om at matematikk skal kobles sammen med situasjoner som finnes i virkeligheten, for at elevene skal erfare matematikkens nytteverdi, og gjøre dem i stand til å anvende matematikk på reelle situasjoner. En bevisstgjøring rundt matematikkens nytteverdi i verden kan knyttes til Beswick (2011) sitt syn på at realistiske kontekster er en måte å øke elevens engasjement og motivasjon for matematikk. I uttalelsene kommer det frem ytringer om at realistiske kontekster går ut på å knytte matematikken opp mot «reelle situasjoner», «den virkelige verden» og «dagliglivet». Essensen i informantenes ytringer handler om det samme som Blum et al. (2007) presiserte, nemlig at realistiske kontekster innebærer å relatere matematikk til hverdagslige situasjoner. Fem av informantene uttrykker at oppgaver som elevene kan relatere seg til vil hjelpe elever med å forstå mer av matematikkfaget, som er en tilnærming til matematikklæring som finnes i RME (van den Heuvel-Panhuizen & Drijvers, 2014). Beswick (2011) har pekt på at realistiske kontekster kan øke faglig forståelse og verdsettelse av matematikk. I tillegg påpeker fire av informantene at konteksten må være reell for elevene. De beskriver realistiske kontekster som situasjoner hvor matematikk kan relateres til utfordringer fra hverdagslivet og virkeligheten slik elevene kjenner den og at formålet er å gjøre elevene i stand til å kunne benytte matematikken i sitt daglige liv. En slik oppfatning er i tråd med van del Heuvel-Panhuizen (1999) sin forståelse av at realistiske kontekster kjennetegnes ved at de representerer velkjente situasjoner.

Tre informanter uttrykker, på hver sin måte, at realistiske kontekster kan føre til at elevene forstår hvorfor det er nyttig å ha kompetanse i matematikk, noe som kan påvirke motivasjonen positivt. Faglig motivasjon er fremhevet av Boaler (2003) som en gunstig effekt av å knytte matematiske prosesser sammen med realistiske kontekster. Fem av informantene løfter frem forståelse og tre informanter fremhever motivasjon når de snakker om hvilke muligheter som kan finnes ved å bruke realistiske kontekster i matematikk. Det varierer om informantene snakker med utgangspunkt i egne erfaringer eller mer generelt når de snakker om realistiske kontekster og undervisning. Det kan tyde på at det også er varierende hvorvidt de benytter



realistiske kontekster i sin matematikkundervisning. Uavhengig av om informantene snakker av erfaring eller ikke, kan oppfatningene av at realistiske kontekster kan være gunstig for motivasjon og faglig forståelse, være et positivt utgangspunkt for å benytte det i undervisningen. To av informantene sier at elevenes mestringsfølelse er viktigere for motivasjon enn realistiske kontekster i seg selv. De begrunner det blant annet med at kontekst er subjektivt og forteller om erfaringer med elever som motiveres av arbeid med totalt abstrakt matematikk. I følge Kramarski et al. (2002) vil hva som er en realistisk kontekst avhenge av hvem som presenteres for konteksten. En realistisk kontekst kan fungere som både en bro og en barriere i elevenes innlæring av matematikk (Boaler, 2003). Det er interessant at informantgruppen har to ulike oppfatninger av realistiske kontekster og motivasjon.

Tre av lærerne snakket om at det var nødvendig å kombinere teoretisk arbeid i matematikkboken med praktiske og realistiske oppgaver. Informantenes oppfatning er i tråd med det Beswick (2011) har skrevet om at elevene bør erfare matematikk gjennom både realistiske kontekster og en mer oppgaveorientert og abstrakt tilnærming. Flere av informantene påpekte utfordringer i arbeidet med å finne frem til realistiske kontekster, både fordi det krever at de kjenner elevgruppen godt og at noen elever ikke motiveres av realistiske kontekster. En utfordring som ble trukket frem av fem informanter handlet om at arbeidet med å utarbeide og gjennomføre undervisningsopplegg med realistiske kontekster i matematikk opplevdes som tidkrevende. Begrenset tid til planlegging og utarbeiding av undervisningsopplegg er av Wager (2012) trukket frem som en utfordring for lærere i arbeidet med å implementere realistiske kontekster i matematikk.

Informantene uttrykker seg om sentrale elementer fra innholdet i begrepet realistiske kontekster. Utvalget påpeker at realistiske kontekster kan brukes i matematikk for å knytte det til situasjoner elevene kjenner fra sin virkelighet, øke den faglige forståelsen og motivere. De påpeker at det bør være en balanse mellom abstrakt og realistisk matematikk i tillegg til at det er tidkrevende å planlegge undervisning med realistiske kontekster. Funnene fra denne studien kan implisere et behov for å gi lærere verktøy for å balansere mellom realistiske kontekster og abstrakt matematikk i undervisningen. I tillegg viser funnene et behov for mer tid til å planlegge undervisning med realistiske kontekster, som er et vanskelig behov å møte. Erfaringer med å bruke realistiske kontekster i matematikkundervisning kan gjøre planleggingsarbeidet mer effektivt over tid.

Dette prosjektet tar utgangspunkt i forståelsen av matematisk modellering som «prosessen med å oversette mellom den virkelige verden og matematikken, i begge retninger» (Blum & Borromeo Ferri, 2009, s. 45). Utvalget delte seg i to når det gjaldt oppfatningen av begrepet matematisk modellering. Den ene halvdel uttalte en forståelse som i stor grad stemte med Blum og Borromeo Ferri sin beskrivelse, mens den andre halvparten på ulike måter presenterte en forståelse som ikke var i tråd med hvordan begrepet er beskrevet av Blum og Borromeo Ferri. Denne studien viser oppfatningen til seks lærere. Det er ikke grunn for å si at det er et representativt utvalg for lærere i barneskolen. Dersom utvalget skulle være representativt for en større gruppe lærere, kan funnet om hvordan lærerne beskriver begrepet matematisk modellering, indikere et behov for å øke en stor andel lærere sin kompetanse om begrepet matematisk modellering. Borromeo Ferri (2013) presenterte et forslag om å gi matematisk modellering større plass i matematikkundervisning på lærerutdanningen og gjennomføre kursing av ferdigutdannede lærere som en mulig løsning. Begrunnelsen for å ha kompetanse om begrepet matematisk modellering er at lærere skal ta i bruk L20, som i stor grad legger vekt på matematisk modellering, gjennom både kompetansemål og kjerneelement. At utvalget er delt i sin forståelse av begrepet matematisk modellering skiller seg fra hvordan informantene uttalte seg om begrepet realistiske kontekster. Alle lærerne i utvalget viste en forståelse av begrepet realistiske kontekster som kunne relateres til Blum et al. (2007) sin beskrivelse av realistiske kontekster. Utvalget som helhet uttrykker større forståelse for begrepet realistiske kontekster enn begrepet matematisk modellering.

Det kommer frem ytringer fra informantene som kan kobles til stegene i Blum og Leiß (2007) sin beskrivelse av modelleringsprosessen. Dette funnet kan vise at lærerne bruker eller kjenner til elementer fra modelleringsprosessen, uten at de nødvendigvis uttaler en direkte kjennskap til modelleringsprosessen i seg selv. Det må påpekes at de to informantene som viser den tydeligste forståelsen for en del av innholdet i modelleringsprosessen er to av de tre som viste mest kjennskap til begrepet matematisk modellering.

Informantene uttalte seg om matematisk modellering i undervisningssammenheng. Barbosa (2006) og Julie (2002) har presentert tre didaktiske tilnærminger til modellering, modellering som innhold, verktøy og kritikk. Den tilnærmingen som kom tydeligst frem i informantenes utsagn var modellering som kritikk. Evnen til å tenke kritisk trekkes frem av tre informanter, uten at de påpeker at det er en didaktisk tilnærming til matematisk modellering som innebærer

å bli en kritisk og engasjert samfunnsborger, slik tilnærmingen beskrives av Barbosa (2006). Informantenes utsagn kunne også til dels relateres til modellering som verktøy. Ved flere anledninger snakket fire av informantene om matematisk modellering som en del av matematikkundervisning som ikke i utgangspunktet handlet om modellering, slik Barbosa (2006) har definert modellering som verktøy. En tydelig tendens blant informantene var at matematisk modellering sjelden eller aldri ble løftet frem som et eget tema i undervisningen, slik modellering som innhold er beskrevet av Barbosa (2006) og Julie (2002). Dette funnet kan vise at lærerne i størst grad benytter matematisk modellering i forbindelse med å lære elevene å møte matematikk med et kritisk blikk. Det kan også vise at det foregår en del undervisning som kan defineres som modellering som verktøy, uten at lærerne virker å være bevisst på det. Funnet kan også indikere at modellering som innhold bør få en større plass i undervisningen til lærerne i utvalget, særlig når kjerneelementet *modellering og anvendelser* innføres med L20.

Når informantenes uttalelser i forbindelse med realistiske kontekster skulle analyseres, var det flere ytringer som kunne relateres til matematisk modellering, uten at lærerne ga uttrykk for at det de snakket om kunne handle om matematisk modellering. Dette gjaldt både blant de som viste en begrepsforståelse for matematisk modellering som var i tråd med Blum og Borromeo Ferri (2009) sin, og blant de som viste en annen forståelse av begrepet. Én av informantene påpekte en sammenheng mellom realistiske kontekster og matematisk modellering. Funnet kan indikere at det foregår mer matematisk modellering i undervisningen enn det informantene er bevisst på selv. Funnet kan også vise at lærerne har mer kompetanse om matematisk modellering enn det de uttrykker når de får direkte spørsmål om det. Dersom det er tilfelle, kan en bevisstgjøring av hva matematisk modellering innebærer være tilstrekkelig for lærere når de skal implementere modellering i undervisningen, slik det er beskrevet i kjerneelementet *modellering og anvendelser* fra L20.

Lærerne fikk spørsmål om matematisk modellering i undervisningssammenheng. Det kom frem både positive og negative erfaringer som handlet om elevenes oppfatning av matematisk modellering. Funnene kan indikere en sammenheng mellom lærere med en tydelig forståelse av begrepet matematisk modellering og elever som er motiverte i møte med matematisk modellering. På samme måte kan analysen tolkes dithen at lærere med begrenset begrepsforståelse av matematisk modellering har erfaringer med elever som er negativt innstilt til matematisk modellering i undervisningen. Disse funnene kan bekrefte det Lesh

(2003b) fant ut om at elever i grunnskolen er i stand til å jobbe og oppnå gode resultater med matematisk modellering, men at det avhenger av lærerens interesse og kunnskap om emnet.

I forbindelse med matematisk modellering i undervisning blir lærerens rolle nevnt i noen av intervjuene. Det kommer frem ytringer som handler om at det krever mye av læreren å implementere matematisk modellering i undervisningen, og at arbeidet oppleves som krevende. I følge Kuntze et al. (2013) kreves det en sammensatt kompetanse hos læreren for å kunne tilrettelegge for gode læringsmuligheter for matematisk modellering. At flere av lærerne i utvalget opplever arbeidet med matematisk modellering som krevende kan indikere et behov for å øke kompetansen i matematisk modellering. Én av informantene uttalte et behov for mindre elevgrupper og større voksnetthet for å få til undervisning om matematisk modellering.

Denne studien har funnet ut at alle de seks informantene viser forståelse for innholdet i begrepet realistiske kontekster og løfter frem elevenes forståelse og motivasjon som muligheter ved å bruke realistiske kontekster i matematikkundervisning. De er bevisst på kombinasjonen av abstrakt matematikk og realistiske kontekster og løfter frem tidkrevende planleggingsarbeid som utfordrende. Når de snakker om begrepet matematisk modellering deler utvalget seg i to, hvor den ene halvparten viser forståelse for begrepet matematisk modellering, mens den andre halvparten uttaler seg om begrepet på en måte som kan indikere en mer begrenset forståelse av matematisk modellering. Det kommer likevel frem ytringer som kan tyde på at det foregår matematisk modellering i undervisningen på tross av at tre av seks informanter viste en noe begrenset forståelse av begrepsinnholdet. I de tilfellene hvor matematisk modellering er en del av undervisningen ser det ut til at det i størst grad kommer til uttrykk gjennom kritisk tenkning og som et verktøy i forbindelse med innlæringen av matematikk som ikke i utgangspunktet fokuserer på matematisk modellering. Modellering som innhold kommer i liten eller ingen grad til uttrykk i informantenes utsagn. Det finnes ytringer som viser at det foregår undervisning som kan relateres til matematisk modellering i tilfeller hvor informantene i utgangspunktet snakker om realistiske kontekster. Når lærerne uttrykker seg om L20 og kjerneelementet *modellering og anvendelser* er fem av seks positivt innstilt. Fire av seks fremhever likevel et behov for å øke egen eller lærere mer generelt, sin kompetanse i hvordan matematisk modellering skal brukes i undervisningssammenheng.

## 6 Avslutning

Fokuset for denne oppgaven har vært å få innsikt i hvordan seks lærere på barnetrinnet tenker om og arbeider med realistiske kontekster og matematisk modellering i egen undervisning, samt hva de tenker om implementeringen av L20, og dens krav om et økt fokus på modellering og anvendelser i matematikkundervisningen.

Resultatene viser at lærerne i stor grad kjenner til og tar i bruk realistiske kontekster i egen undervisning. De uttrykker at det er viktig å knytte «skolematematikken» sammen med virkeligheten av flere grunner. En av grunnene er at realistiske kontekster kan gjøre at elevene opplever nytteverdien av faget utenfor klasserommet. En annen grunn er at det kan føre til økt forståelse og motivasjon for faget. Lærerne påpeker at undervisningen bør balanseres mellom realistiske kontekster og mer abstrakt matematikk. Informantene løfter frem arbeidet med å finne kontekster som elevene kan kjenne seg igjen i som utfordrende. En annen tydelig utfordring er opplevelsen av at arbeidet knyttet til realistiske kontekster er tidkrevende, både når det gjelder planlegging og gjennomføring av undervisning.

Resultatene viser også at informantene har ulik forståelse av begrepet matematisk modellering. Det er varierende hvordan de arbeider med aspekter ved matematisk modellering i sin undervisning, og hvorvidt det er noe som gjøres bevisst eller ubevisst. Når det gjelder hvordan og hvorfor modellering er en del av undervisningen er det særlig det kritiske aspektet ved modellering som trekkes frem av informantene, i tillegg til at modellering i noen tilfeller blir brukt implisitt i forbindelse med at annet matematisk innhold skulle læres. Fokuset på en direkte bevisstgjøring av matematisk modellering og modelleringsprosessen var mindre tydelig i informantenes utsagn. Informantene uttrykte varierende oppfatninger av hvordan elevene opplevde modellering. Det ble også trukket frem at arbeidet med matematisk modellering i undervisningen var krevende for læreren.

Informantgruppen viser en positiv innstilling til L20 og det økte fokuset på modellering og anvendelser i matematikkfaget. Lærerne uttaler et behov for å øke både egen og lærere mer generelt, sin kompetanse i matematisk modellering og hvordan det skal implementeres i undervisningen i forbindelse med innføring av L20. Flere av informantene etterlyser også

ressurser som kan hjelpe dem i arbeidet med å implementere matematisk modellering i undervisningen.

Resultatene i denne studien baserer seg på et utvalg bestående av kun seks lærere fra 1. -7. trinn. Dersom det skulle være slik at resultatene av denne studien indikerer en tendens, som er gjeldende blant et større utvalg av lærere på barnetrinnet, så ser jeg at det vil være et behov for kompetanseheving når det gjelder implementeringen av L20 og kravet om økt fokus på modellering og anvendelser i matematikkundervisningen på barnetrinnet. Basert på tendensen i resultatene vil det i en slik kompetanseheving være særlig viktig å fokusere på innholdet i modelleringsbegrepet, modelleringsprosessen og didaktiske perspektiver på matematisk modellering. Tendensen blant informantene i denne studien indikerer også at skolene må legge til rette for erfaringsdeling blant lærerne og ressurser som kan hjelpe dem i arbeidet med å implementere matematisk modellering i undervisningen.

## Bibliografi

- Barbosa, J. C. (2006). Mathematical modelling in classroom: a socio-critical and discursive perspective. *Zdm*, 38(3), pp. 293-301.
- Berget, I. K., & Bolstad, O. H. (2019, Oktober). Perspektiv på matematisk modellering i Kunnskapsløftet og Fagfornyninga. *Nordisk tidsskrift for utdanning og praksis*, 13(1), pp. 83-97.
- Beswick, K. (2011). Putting context in context: an examination of the evidence for the benefits of 'contextualized' tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(2), pp. 367-390.
- Blomhøj, M. (2003). Modellering som undervisningsform. In O. Skovsmose, & M. Blomhøj, *Kan det virkelig passe? Om matematiklæring* (pp. 51-72). København: L&R Uddannelse.
- Blomhøj, M., & Jensen, T. H. (2003). Developing mathematical modelling competence: conceptual clarification and educational planning. *Teaching mathematics and its applications*, 22(3), pp. 123-139.
- Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), pp. 45-58.
- Blum, W., & Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan, *Mathematical Modelling Education, Engineering and Economics—ICTMA 12* (pp. 222-231). Chichester: Horwood Publishing.
- Blum, W., & Pollak, H. (2018). Foreword. In R. Borromeo Ferri (red.), *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education* (pp. 7-8). Cham: Springer.
- Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H.-W., & Niss, M. (2007). *Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI Study*. New York, NY: Springer.
- Boaler, J. (2003). Encouraging transfer of 'school' mathematics to the 'real world' through the integration of process and content; context and culture. *Educational Studies in Mathematics*, 25, pp. 341-373.
- Bonotto, C. (2010). Realistic mathematical modeling and problem posing. Springer, Boston, MA. In R. Lesh, P. L. Galbraith, & C. R. Haine, *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (pp. 399-408). Boston, MA: Springer.
- Borromeo Ferri, R. (2013). Mathematical Modeling—The Teacher's Responsibility. In B. Dickman (red.), & A. Sanfratello (red.), *2013: Proceedings: Conference on Mathematical Modeling*. New York: Program in Mathematics and Education - Teachers College Columbia University.
- Borromeo Ferri, R., & Blum, W. (2010). Mathematical modelling in teacher education—experiences from a modelling seminar. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne, &

- F. Arzarello, *Proceedings of the sixth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2046-2055). Lyon, France: Institut National de Recherche Pédagogique and ERME.
- Borromeo Ferri, R., & Blum, W. (2013). Barriers and motivations of primary teachers for implementing modelling in mathematics lessons. In B. Ubuz, C. Haser, & M. A. Mariotti, *Proceedings of the 8th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1000-1009). Antalya, Tyrkia: Middle East Technical University.
- Brown, J. P. (2019). Real-World Task Context: Meanings and Roles. In G. A. Stillmann, & J. P. Brown (eds.), *Lines of Inquiry in Mathematical Modelling Research in Education. ICME-13 Monographs* (pp. 53-81). Springer, Cham.
- Cohen, L., Morrison, K., & Manion, L. (2002). *Research methods in education*. u.s.: Routledge.
- Dalland, O. (2017). *Metode og oppgaveskriving*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Doerr, H. M., & English, L. D. (2003). A Modeling Perspective on Students' Mathematical Reasoning about Data. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(2), pp. 110-136.
- Doerr, H. M., & English, L. D. (2006). Middle grade teachers' learning through students' engagement with modeling tasks. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9(1), pp. 5-32.
- English, L. D. (2006). Mathematical Modeling in the Primary School: Children's Construction of a ConsumerGuide. *Educational Studies in Mathematics*, 63(3), pp. 303-323.
- English, L. D. (2010). Young children's early modelling with data. *Mathematics Education Research Journal*, 22(2), pp. 24-47.
- English, L. D., & Watters, J. (2004). Mathematical Modeling in the Early School Years. *Mathematics Education Research Journal*, 16(3), pp. 59-80.
- English, L. D., Ärlebäck, J. B., & Mousoulides, N. (2016). Reflections on progress in mathematical modelling research. In Á. Gutiérrez, G. C. Leder, & P. Boero, *The Second Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education* (pp. 383-413). Sense Publishers.
- Freudenthal, H. (1968). Why to teach mathematics so as to be useful. *Educational Studies in Mathematics*, 1(1), pp. 3-8.
- Gainsburg, J. (2008). Real-world connections in secondary mathematics teaching. *J Math Teacher Educ*, 11, pp. 199-219.
- Galbraith, P. (2012). Models of Modelling: Genres, Purposes or Perspectives. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(5), pp. 3-16.



- Gilat, T., & Amit, M. (2013). Exploring young students creativity: the effect of model eliciting activities. *PNA (Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática)*, 8(2), pp. 51-59. Retrieved from [https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/29578/1\\_Exploring.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/29578/1_Exploring.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hansen, R. (2012). Modelling og kritisk demokratisk kompetanse. In M. Johnsen-Høines, & H. Alrø (Red.), *Læringssamtalen i matematikkfagets praksis. Bok 1* (pp. 195-204). Bergen: Caspar forlag.
- Hansen, R., & Hana, G. M. (2012). "But it is not possible to do this until ..." – The sequencing of teaching mathematical modelling. In G. H. Gunnarsdóttir, F. Hreinsdóttir, G. Pálsdóttir, M. Hannula, M. Hannula-Sormunen, E. Jablonka, . . . K. Wæge, *Proceedings of Norma 11: The Sixth Nordic Conference on Mathematics Education in Reykjavik* (pp. 299-308). Reykjavik: University of Iceland Press.
- Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K., Human, P., Murray, H., . . . Wearne, D. (1996). Problem solving as a basis for reform in curriculum and instruction: The case of mathematics. *Educational Researcher*, 25(4), pp. 12-21.
- Hsieh, H.-F., & Shannon, S. E. (2005). Three Approaches to Qualitative Content Analysis. *Qualitative health research*, 15(9), pp. 1277-1288.
- Jablonka, E., & Gellert, U. (2010). Ideological roots and uncontrolled flowering of alternative curriculum conceptions. *Proceedings of the Sixth International Mathematics Education and Society Conference* (pp. 31-49). Berlin: Freie Universität Berlin.
- Julie, C. (2002). *Making relevance relevant in mathematics teacher education*. Retrieved Oktober 2019, from Proceedings of the 2nd International Conference on the Teaching of Mathematics (at the undergraduate level): <http://users.math.uoc.gr/~ictm2/Proceedings/pap413.pdf>
- Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zdm*, 38(3), pp. 302-310.
- Kramarski, B., Arami, M., & Mevarech, Z. R. (2002). The effects of metacognitive instruction on solving mathematical authentic tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 49(2), pp. 225-250.
- Krumsvik, R. J. (2014). *Forskningsdesign og kvalitativ metode*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Krumsvik, R. J. (Ed.). (2019). *Kvalitativ metode i lærarutdanninga*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Kuntze, S., Siller, H.-S., & Vogl, C. (2013). Teachers' Self-Perceptions of Their Pedagogical Content Knowledge Related to Modelling – An Empirical Study with Austrian Teachers. In G. A. Stillman, G. Kaiser, & J. P. Brown (editors), *Teaching Mathematical Modelling: Connecting to Research and Practice* (pp. 317-326). Dordrecht: Springer.

- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (Vol. 3. utgave). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- LATACME. (2019). *Learning about teaching argumentation for critical mathematics education in multilingual classrooms*. Retrieved November 2019, from Argumentasjon og kritisk matematikdidaktikk i fleirspråklege klasserom: <https://prosjekt.hvl.no/latacme/>
- Lesh, R. A., & Doerr, H. M. (2003a). A Modeling Perspective on Students' Mathematical Reasoning about Data. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(2), pp. 110-136.
- Lesh, R. A., & Doerr, H. M. (2003b). *Beyond constructivism: A models and modeling perspective mathematics teaching, learning, and problem solving*. Routledge.
- Maaß, K., & Gurlitt, J. (2010). Designing a teacher questionnaire to evaluate professional development in modelling. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne, & F. Arzarello, *CERME 6 Proceedings of the Sixth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2056-2064). Lyon, France: Institut National de Recherche Pédagogique.
- Maass, K., & Engeln, K. (2018). Impact of professional development involving modelling on teachers and their teaching. *ZDM*(50), pp. 273-285.
- Norsk senter for forskningsdata. (2019). *Må jeg melde prosjektet mitt?* Retrieved November 2019, from NSD: [https://nsd.no/personvernombud/meld\\_prosjekt/index.html](https://nsd.no/personvernombud/meld_prosjekt/index.html)
- OECD. (2008). *Report on Mathematics in Industry*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Opplæringslova. (1998). *Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa (LOV-1998-07-17-61)*. Retrieved Mars 2020, from Lovdata: <https://lovdata.no/lov/1998-07-17-61>
- Personopplysningsloven. (2018). *Lov om behandling av personopplysninger (LOV-2018-06-15-38)*. Retrieved April 2020, from Lovdata: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2018-06-15-38?q=personopplysning>
- Postholm, M. (2005). *Kvalitativ metode. En innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier* (Vol. 2. utgave). Oslo: Universitetsforlaget.
- Røislien, J., van den Berg, P. L., Lindner, T., Zakariassen, E., Aardal, K., & van Essen, J. T. (2017). Exploring optimal air ambulance base locations in Norway using advanced mathematical modelling. *Injury Prevention*, 23(1), pp. 10-15.
- Roth, W.-M., & Hsu, P.-L. (2010). *Analyzing communication: Praxis of method*. Brill Sense.
- Schmidt, B. (2006). Modelling in the Classroom – Motives and Obstacles from the teacher's perspective. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne, & F. Arzarello (red.), *CERME-6 – Proceedings of the Sixth Congress of the European Society for Research*

- in Mathematics Education* (pp. 2066-2076). Lyon: Institut National De Recherche Pédagogique.
- Schorr, R., & Lesh, R. A. (2003). A modeling approach for providing teacher development. In R. A. Lesh, & H. M. Doerr, *Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching* (pp. 141-158). Psychology Press.
- Siller, H.-S., Kuntze, S., Lerman, S., & Vogl, C. (2011). Modelling as a big idea in mathematics with significance for classroom instruction—How do pre-service teachers see it. *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 990-999). European Society for Research in Mathematics Education.
- Siller, H.-S., Kuntze, S., Lerman, S., & Vogl, C. (2012). Modelling as a big idea in mathematics – Knowledge and views of pre-service and in-service teachers. *Journal of mathematical modelling and application*, 6(1), pp. 33-39.
- Skott, J. (2015). The promises, problems, and prospects of research on teachers' beliefs. In H. Fives, & M. G. Gill, *International handbook of research on teachers' beliefs* (pp. 13-30). New York: Routledge.
- Smith, C., & Morgan, C. (2016). Curricular orientations to real-world contexts in mathematics. *The Curriculum Journal*, 27(1), pp. 24-45.
- Thagaard, T. (2018). *Systematikk og innlevelse. En innføring i kvalitative metoder* (Vol. 5. utgave). Bergen: Fagbokforlaget.
- Thomas, K., & Hart, J. (2013). Pre-service Teachers' Perceptions of Model Eliciting Activities. In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines, & A. Hurford (ed.), *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*. Dordrecht: Springer.
- Utdanningsdirektoratet. (2013a). *Læreplan i matematikk fellesfag (MAT1-04) Føremål*. Retrieved 2019 Oktober, from Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/kl06/MAT1-04/Hele/Formaal>
- Utdanningsdirektoratet. (2013b). *Læreplan i matematikk fellesfag (MAT1-04). Grunnleggende ferdigheter*. Retrieved Mars 2020, from Utdanningsdirektoratet: [https://www.udir.no/kl06/MAT1-04/Hele/Grunnleggende\\_ferdigheter](https://www.udir.no/kl06/MAT1-04/Hele/Grunnleggende_ferdigheter)
- Utdanningsdirektoratet. (2013c). *Læreplan i matematikk fellesfag (MAT1-04) Kompetansemål*. Retrieved mai 2020, from Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/kl06/MAT1-04/Hele/Kompetansemaal>
- Utdanningsdirektoratet. (2017, 15. september). *Kjerneelementer – fag i grunnskolen og gjennomgående fag i vgo*. Retrieved 2020 april, from Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagfornyelsen/kjerneelementer/>

- Utdanningsdirektoratet. (2018, 26. november). *Hva er fagfornyelsen?* Retrieved januar 2020, from Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagfornyelsen/nye-lareplaner-i-skolen/>
- Utdanningsdirektoratet. (2019a, 18. mars). *Høring - læreplan i matematikk*. Retrieved april 2020, from Utdanningsdirektoratet: <https://hoering.udir.no/Hoering/v2/343?notatId=686>
- Utdanningsdirektoratet. (2019b). *Matematikk 1-10 (MAT01-05) Kjerneelement*. Retrieved januar 2020, from Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/lk20/mat01-05/om-faget/kjerneelementer>
- Utdanningsdirektoratet. (2019c). *Matematikk 1-10 (MAT01-05) Kompetansemål og vurdering. Kompetansemål etter 4. trinn*. Retrieved 2020 januar, from Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/lk20/mat01-05/kompetansemaal-og-vurdering/kv18>
- Utdanningsdirektoratet. (2019d). *Matematikk 1–10 (MAT01-05) Fagrelevans og sentrale verdier*. Retrieved April 2020, from Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/lk20/mat01-05/om-faget/fagets-relevans-og-verdier>
- Utdanningsdirektoratet. (2020a 7. februar). *Hva er tverrfaglige temaer?* Retrieved April 2020, from Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagovergripende-stotte/hva-er-tverrfaglige-temaer/>
- Utdanningsdirektoratet. (2020b). *Matematikk 1–10 (MAT01-05) Tverrfaglige tema*. Retrieved Mars 2020, from Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/lk20/mat01-05/om-faget/tverrfaglige-temaer>
- van den Heuvel-Panhuizen, M. (1999). Context problems and assessment: Ideas from the Netherlands. In I. Thompson, *Issues in teaching numeracy in primary schools* (pp. 130-142). Maidenhead, UK: Open University Press.
- van den Heuvel-Panhuizen, M., & Drijvers, P. (2014). Realistic mathematics education. In S. Lerman (red.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 521-525). Dordrecht: Springer.
- Wager, A. A. (2012). Incorporating out-of-school mathematics: from cultural context to embedded practice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 15, pp. 9-23.

## **Vil du delta i forskningsprosjektet «Argumentasjon og kritisk matematikkundervisning i flerspråklige klasserom»?**

**Dette er et spørsmål om å delta i et forskningsprosjekt om argumentasjon og kritisk tenkning i matematikkundervisning i flerspråklige klasserom. I dette skrivet informerer vi kort om innholdet i prosjektet og hva deltakelse innebærer.**

### **Bakgrunn og formål**

Prosjektet handler om å fremme lærerstudenters kompetanse i å legge til rette for argumentasjon og kritisk matematikkundervisning for elever i flerspråklige klasserom på barnetrinnet. Dette kan være å kritisk kunne vurdere matematikkforklaringer og å se matematikkens rolle i argumentasjon om aktuelle samfunnsproblemer. Skolene som er med i prosjektet er partnerskoler eller praksisskoler som allerede er en del av et samarbeid mellom Bergen kommune og Høgskulen på Vestlandet (HVL). Prosjektet varer i fire år og er et forskningssamarbeid mellom lærere og elever ved partnerskoler og tilsatte og studenter ved matematikklærerutdanningen ved HVL.

Som en del av dette forskningsprosjektet ønsker en masterstudent (Ingri Fanghol) å gjøre intervju med lærere på 1.-7. trinn. Målet med det er å skaffe informasjon om hva lærere på barneskolen tenker om modellering og realistiske kontekster i matematikk.

### **Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?**

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

### **Hvorfor får du spørsmål om å delta?**

Du er lærer på 1.-7. trinn og underviser i matematikk.

### **Hva innebærer det for deg å delta?**

Gjennomføre et intervju som varer i omtrent 30 minutter. Temaet er læreres tanker rundt realistiske kontekster og modellering i matematikkundervisning på barnetrinnet. Det vil bli gjort lydopptak av intervjuet.

### **Det er frivillig å delta**

Det er frivillig å delta i studien, og du kan uten grunngeving når som helst trekke ditt samtykke. Hvis du trekker deg fra prosjektet vil alle opplysninger om deg bli anonymisert. Det vil ikke få negative konsekvenser hvis du ikke ønsker å delta, eller senere velger å trekke deg fra prosjektet.

### **Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker barnets opplysninger**

Alle personopplysninger blir behandlet konfidensielt og personidentifiserbart materiale lagres på HVL sin forskningsserver, sikret med brukernavn og passord. Kun deltakere i prosjektgruppen og eventuelt transkriberingsfirma har tilgang til materialet. Deltakere vil ikke kunne bli identifisert i publikasjoner.

Prosjektet skal avsluttes 31.12.2023. Etter denne dato vil alle personidentifiserende data slettes og materialet vil ikke lengre være lagret på HVL sin forskningsserver. Videre bruk av dataene blir i presentasjoner, undervisning, eventuelle oppfølgingsstudier og senere forskning basert på transkribert og anonymisert materiale.

### 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,
- å få slettet personopplysninger om deg,
- å 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 dine personopplysninger?

Vi behandler opplysninger basert på ditt samtykke. På oppdrag fra HVL har Norsk senter for forskningsdata (NSD) 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 e-post: [Tamsin.Jillian.Meaney@hvl.no](mailto:Tamsin.Jillian.Meaney@hvl.no)
- Masterstudent:
  - Ingri Fanghol, tlf.: 99107618, e-post: [ingri.fanghol@me.com](mailto:ingri.fanghol@me.com)
- HVL sitt personvernombud: Advokat Halfdan Mellbye, [personvernombud@hvl.no](mailto:personvernombud@hvl.no)
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på e-post: [personverntjenester@nsd.no](mailto:personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.



## Samtykkeerklæring forskningsprosjektet

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

delta i lydopptak

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

---

Signatur/Dato



Matematikk 1–10 (MAT01-05)

# Kjerneelement

## Modellering og anvendingar

Ein modell i matematikk er ei beskriving av verkelegheita i matematisk språk. Elevane skal ha innsikt i korleis modellar i matematikk blir brukte for å beskrive dagleglivet, arbeidslivet og samfunnet elles. Modellering i matematikk handlar om å lage slike modellar. Det handlar òg om å kritisk vurdere om modellane er gyldige, og kva avgrensingar dei har, vurdere modellane i lys av dei opphavlege situasjonane og vurdere om dei kan brukast i andre situasjonar. Anvendingar i matematikk handlar om at elevane skal få innsikt i korleis dei skal bruke matematikk i ulike situasjonar, både i og utanfor faget.

## **Intervjuguide**

Før intervjuet starter:

Formålet med masteroppgaven

Anonymitet og retten til å trekke seg

LATACME – data blir lagret

Lydopptaker

---

### **Innledning**

- 1) Hvilket klassetrinn underviser du på nå?
  - 2) Hvor mange års erfaring har du som lærer?
- 

### **Realistiske kontekster**

- 3) Hva legger du i begrepet «realistiske kontekster» i matematikk?
- 4) Bruker du realistiske kontekster i matematikkundervisningen din?
  - a. Hvis ja, kan du si noe om hvorfor du gjør dette?
  - b. Eksempler?
  - c. Hvis nei, hvorfor?
- 5) Hvilke matematiske tema tenker du er mer aktuelle enn andre når det gjelder bruk av realistiske kontekster?
  - a. Hvorfor? Eksempler
- 6) Hva mener du kan være positivt med å bruke realistiske kontekster i matematikk?



- 7) Hva mener du kan være utfordrende i forbindelse med realistiske kontekster i matematikk?
- 

## **Modellering**

- 8) Hva legger du i begrepet matematisk modellering?
- 9) Hva tenker du om matematisk modellering på barnetrinnet?
- a. Eksempler
  - b. Bruker du dette i din undervisning?
    - i. Hvorfor/hvorfor ikke
      - 1. Hvis ja, hvordan bruker du det? Eksempler (innhold, verktøy, kritikk)
- 10) Den nye læreplanen for 2020 har større fokus på modellering og realistiske kontekster enn LK06. Hva tenker du om dette?
- a. Hvordan tenker du at matematisk modellering kan gjennomføres på barnetrinnet?
- 11) Hvilke muligheter og utfordringer kan ligge i matematisk modellering på barnetrinnet?
- 12) Den nye læreplanen har et kjerneelement som handler om Modellering og anvendelser. Hva tror du dette vil ha å si for din undervisning?
- a. Vil det føre til endringer? I så fall, hvilke?

## Vil du delta i forskningsprosjektet

### «Argumentasjon og kritisk matematikkundervisning i flerspråklige klasserom»?

Dette er et spørsmål om å delta i et forskningsprosjekt om argumentasjon og kritisk tenkning i matematikkundervisning i flerspråklige klasserom. I dette skrivet informerer vi kort om innholdet i prosjektet og hva deltakelse innebærer.

#### Bakgrunn og formål

Prosjektet handler om å fremme lærerstudenters kompetanse i å legge til rette for argumentasjon og kritisk matematikkundervisning for elever i flerspråklige klasserom på barnetrinnet. Dette kan være å kritisk kunne vurdere matematikkforklaringer og å se matematikkens rolle i argumentasjon om aktuelle samfunnsspørsmål. Skolene som er med i prosjektet er partnerskoler eller praksisskoler som allerede er en del av et samarbeid mellom Bergen kommune og Høgskulen på Vestlandet (HVL). Prosjektet varer i fire år og er et forskningssamarbeid mellom lærere og elever ved partnerskoler og tilsatte og studenter ved matematikklærerutdanningen ved HVL.

Som en del av dette forskningsprosjektet ønsker en masterstudent (Ingri Fanghol) å gjøre intervju med lærere på 1.-7. trinn. Målet med det er å skaffe informasjon om hva lærere på barneskolen tenker om modellering og realistiske kontekster i matematikk.

#### Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

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

#### Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du er lærer på 1.-7. trinn og underviser i matematikk.

#### Hva innebærer det for deg å delta?

Gjennomføre et intervju som varer i omtrent 30 minutter. Temaet er læreres tanker rundt realistiske kontekster og modellering i matematikkundervisning på barnetrinnet. Det vil bli gjort lydopptak av intervjuet.

#### Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i studien, og du kan uten grunngeving når som helst trekke ditt samtykke. Hvis du trekker deg fra prosjektet vil alle opplysninger om deg bli anonymisert. Det vil ikke få negative konsekvenser hvis du ikke ønsker å delta, eller senere velger å trekke deg fra prosjektet.

#### Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker barnets opplysninger

Alle personopplysninger blir behandlet konfidensielt og personidentifiserbart materiale lagres på HVL sin forskningsserver, sikret med brukernavn og passord. Kun deltakere i prosjektgruppen og eventuelt transkriberingsfirma har tilgang til materialet. Deltakere vil ikke kunne bli identifisert i publikasjoner.

Prosjektet skal avsluttes 31.12.2023. Etter denne dato vil alle personidentifiserende data slettes og materialet vil ikke lengre være lagret på HVL sin forskningsserver. Videre bruk av dataene blir i presentasjoner, undervisning, eventuelle oppfølgingsstudier og senere forskning basert på transkribert og anonymisert materiale.

#### 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,
- å få slettet personopplysninger om deg,

- å 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 dine personopplysninger?**

Vi behandler opplysninger basert på ditt samtykke. På oppdrag fra HVL har Norsk senter for forskningsdata (NSD) 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 e-post: [Tamsin.Jillian.Meaney@hvl.no](mailto:Tamsin.Jillian.Meaney@hvl.no)
- Masterstudent:
  - Ingri Fanghol, tlf.: 99107618, e-post: [ingri.fanghol@me.com](mailto:ingri.fanghol@me.com)
- HVL sitt personvernombud: Advokat Halfdan Mellbye, [personvernombud@hvl.no](mailto:personvernombud@hvl.no)
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på e-post: [personverntjenester@nsd.no](mailto:personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.



## **Samtykkeerklæring forskningsprosjektet**

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

delta i lydopptak

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

---

Signatur/Dato



Matematikk 1–10 (MAT01-05)

# Kjerneelement

## Modellering og anvendingar

Ein modell i matematikk er ei beskriving av verkelegheita i matematisk språk. Elevane skal ha innsikt i korleis modellar i matematikk blir brukte for å beskrive dagleglivet, arbeidslivet og samfunnet elles. Modellering i matematikk handlar om å lage slike modellar. Det handlar òg om å kritisk vurdere om modellane er gyldige, og kva avgrensingar dei har, vurdere modellane i lys av dei opphavlege situasjonane og vurdere om dei kan brukast i andre situasjonar. Anvendingar i matematikk handlar om at elevane skal få innsikt i korleis dei skal bruke matematikk i ulike situasjonar, både i og utanfor faget.

## Intervjuguide

Før intervjuet starter:

Formålet med masteroppgaven

Anonymitet og retten til å trekke seg

LATACME – data blir lagret

Lydopptaker

---

### Innledning

- 1) Hvilket klassetrinn underviser du på nå?
  - 2) Hvor mange års erfaring har du som lærer?
- 

### Realistiske kontekster

- 3) Hva legger du i begrepet «realistiske kontekster» i matematikk?
  - 4) Bruker du realistiske kontekster i matematikkundervisningen din?
    - a. Hvis ja, kan du si noe om hvorfor du gjør dette?
    - b. Eksempler?
    - c. Hvis nei, hvorfor?
  - 5) Hvilke matematiske tema tenker du er mer aktuelle enn andre når det gjelder bruk av realistiske kontekster?
    - a. Hvorfor? Eksempler
  - 6) Hva mener du kan være positivt med å bruke realistiske kontekster i matematikk?
  - 7) Hva mener du kan være utfordrende i forbindelse med realistiske kontekster i matematikk?
-

**Modellering**

- 8) Hva legger du i begrepet matematisk modellering?
- 9) Hva tenker du om matematisk modellering på barnetrinnet?
  - a. Eksempler
  - b. Bruker du dette i din undervisning?
    - i. Hvorfor/hvorfor ikke
      1. Hvis ja, hvordan bruker du det? Eksempler  
(innhold, verktøy, kritikk)
- 10) Den nye læreplanen for 2020 har større fokus på modellering og realistiske kontekster enn LK06. Hva tenker du om dette?
  - a. Hvordan tenker du at matematisk modellering kan gjennomføres på barnetrinnet?
- 11) Hvilke muligheter og utfordringer kan ligge i matematisk modellering på barnetrinnet?
- 12) Den nye læreplanen har et kjerneelement som handler om Modellering og anvendelser. Hva tror du dette vil ha å si for din undervisning?
  - a. Vil det føre til endringer? I så fall, hvilke?