

June Stave Pedersen

# Læreres syn på matematisk modellering

## [Teachers' views on mathematical modelling]

En kvalitativ studie av matematikklæreres erfaringer ved bruk av matematisk modellering i ungdomsskolen.





Universitetet i Sørøst-Norge  
Fakultet for humaniora, idretts- og utdanningsvitenskap  
Institutt for matematikk og naturfag  
Postboks 235  
3603 Kongsberg

<http://www.usn.no>

© 2022 June Stave Pedersen

Denne avhandlingen representerer 45 studiepoeng

# Forord

Denne masteroppgaven er avslutningen på mine fem år på lærerutdanningen. Det har vært noen spennende år, og jeg er gjennom årene blitt sikker på at jeg har vært riktig studieretning og gleder meg til å komme ut i læreryrket. Det har vært fem fine år hvor jeg har lært mye spennende, hatt lærerike praksisperioder og truffet så mange fantastiske folk som jeg er så glad for å ha i livet mitt. Det hadde ikke blitt det samme uten dere. Tenk at vi klarte det og er nå endelig ferdige som lektorer!

Matematikk har alltid vært mitt favorittfag på skolen, og det har vært spennende å få skrive en masteroppgave innen faget, med fokus på endringen i ny læreplan. Masterskrivingen har vært en berg-og-dal-bane uten sidestykke hvor det har vært mye frustrasjon, men det har også vært spennende å få utfordret meg selv i å skrive en så omfattende oppgave. Det er heller ikke å legge skjul på at det er godt å være ferdig!

Jeg ønsker å takke veilederen min, Kjetil Liestøl Nielsen, som har hjulpet meg gjennom denne prosessen. Det har ikke bare vært enkelt med alle mine opp- og nedturer, og mange e-poster til alle døgnets tider med mange (dumme) spørsmål. Jeg takker for at han har hjulpet meg i arbeidet og trygget meg i min egen kunnskap, og for all hjelp med gjennomlesing av oppgaven. En takk må også gis til lærerne som stilte opp på intervju, delte egne erfaringer og tanker, og hjalp meg å skaffe datamaterialet til oppgaven.

Familien min fortjener også en takk for støtten gjennom disse studieårene. Og jeg vil til slutt takke min kjære samboer for å ha holdt ut med meg gjennom dette siste studieåret med masterskriving, med sin egen masteroppgave samtidig. Jeg har ikke vært lett å ha med å gjøre, og han fortjener en stor takk for all støtten, tålmodigheten og motivasjonen han har gitt meg – du er best!

Notodden, juni 2022

June Stave Pedersen

# Sammendrag

Høsten 2020 ble det innført en ny læreplan, Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020, LK20. Matematisk modellering er svært fremtredende i den nye læreplanen ved at begrepet er kommet inn som et eget kjerneelement og begrepet er nevnt dobbelt så mange ganger som i den forrige læreplanen, LK06. Denne studien rapporterer mine undersøkelser og funn av hvordan et utvalg matematikklærere på ungdomstrinnet definerer matematisk modellering og på hvordan de bruker modellering i matematikkundervisningen. Studien har et kvalitativt design, hvor det brukes semistrukturerte intervju for å undersøke fire matematikklæreres tanker og erfaringer rundt modellering. Datamaterialet er analysert og kategorisert ved en forenklet bruk av Grounded Theory.

Resultatene viser at lærerne er positive til modellering i skolen. Lærerne ser en kobling hvor modellering kan brukes som en metode for å vise elevene hvilken rolle matematikk har i den virkelige verden, og at det er en metode som kan øke elevenes interesse og motivasjon for faget. Forarbeidet og planleggingen som inngår i modelleringsundervisning erfarer lærerne som tidkrevende, og de opplever det utfordrende å definere og bruke begrepene konkret i undervisningen mot elevene. Bruk av modellering som et redskap for å lære andre matematiske begreper og prosesser, er lærerne positive til både for sin egen læring og praksis, og for elevenes. Resultatene viser en kobling mot at matematisk modellering kan brukes som et fartøy og tema for å variere undervisningen og at elevene kan oppnå mathematical literacy.

**Nøkkelord:** læreres syn, matematisk modellering, mathematical literacy

# Abstract

During the autumn of 2020 a new national curriculum “Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020” was implemented in Norwegian schools. In the new mathematics curriculum ‘mathematical modelling’ is very prominent, being considered a core element and also being mentioned twice as often as in the previous curriculum, LK06. This study reports findings on how a selection of mathematics teachers in lower secondary schools define mathematical modelling and how they use it in their teaching. Using a qualitative study design, semi structured interviews were used to survey four mathematics teachers’ thoughts and experiences with regard to modelling. The data material was analysed and categorised using a simplified version of Grounded Theory.

Results show that the teachers have positive views on mathematical modelling. They see connections for how modelling can be used as a method to show pupils the role of mathematics in the real world and how it can increase interest and motivation. Teachers experience the planning and preparation required to use modelling in teaching as time consuming and they experience defining and using concepts in a concrete way during teaching as challenging. The teachers’ feedback on using modelling as a mean to teach mathematical concepts and processes is positive, both on their own behalf as well as on behalf of their pupils. The results show a connection between the use of mathematical modelling to both vary teaching and pupils’ attainment of mathematical literacy.

**Key words:** teachers’ views, mathematical modelling, mathematical literacy

# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>ii</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>iii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>iv</b>
<b>Innholdsfortegnelse</b> .....	<b>v</b>
<b>Oversikt over figurer</b> .....	<b>vi</b>
<b>Vedlegg</b> .....	<b>vi</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>1</b>
1.1 Bakgrunn for studien.....	1
1.2 Formål, problemstilling og forskningsspørsmål.....	4
1.3 Begrepsavklaring .....	5
1.4 Oppgavens oppbygning .....	5
<b>2. Teori</b> .....	<b>6</b>
2.1 Matematisk modellering .....	6
2.2 Modelleringens plass i skolen.....	8
2.3 Mathematical literacy.....	10
2.4 Utvikling av læreplaner i matematikk.....	11
2.5 Endringer i eksamen .....	12
2.6 Variert undervisning .....	13
2.7 Lærerens rolle i modelleringsundervisning .....	14
2.8 Oppsummering.....	17
<b>3. Metode</b> .....	<b>18</b>
3.1 Valg av metode .....	18
3.2 Utvalg.....	20
3.3 Intervjuprosessen .....	20
3.4 Studiens avgrensninger .....	21
3.5 Intervjuguide .....	21
3.6 Forskningsetiske vurderinger.....	22
3.7 Transkripsjon av lydopptak.....	23
3.8 Analyse .....	23
3.9 Reliabilitet og validitet.....	24
<b>4. Resultater</b> .....	<b>27</b>
4.1 Kategori 1 – modellering: en tidkrevende prosess.....	27

4.2	Kategori 2 – undervisningen: mer variert .....	30
4.3	Kategori 3 – målet: kobling til virkeligheten .....	33
<b>5.</b>	<b>Diskusjon .....</b>	<b>36</b>
5.1	Modellering: en tidkrevende prosess .....	38
5.2	Undervisningen: mer variert .....	41
5.3	Målet: kobling til virkeligheten .....	44
5.4	Praktiske implikasjoner og videre forskning .....	46
5.5	Studiens begrensninger .....	47
<b>6.</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>49</b>
	<b>Referanseliste etter APA 7th .....</b>	<b>51</b>

## Oversikt over figurer

<b>Figur 1:</b> Modelleringssyklusen .....	<b>6</b>
<b>Figur 2:</b> Eksempeloppgave .....	<b>12</b>

## Vedlegg

**Vedlegg 1:** Intervjuguide

**Vedlegg 2:** Samtykkeerklæring

**Vedlegg 3:** Godkjenning fra NSD



# 1. Innledning

Elever vokser i dag opp i et samfunn og arbeidsliv som er fylt av data og statistikk, og som stadig er i utvikling. For å henge med på utviklingen i dagens og fremtidens verden, trenger elevene å kunne tolke og utforske de dataene og situasjonene de møter på sin vei (English, 2006). Grunnskolen skal være med å legge til rette for at elevene skal være godt rustet til å klare seg i disse endringene (Barbosa, 2006) og et av målene ved grunnskoleopplæringen er at elevene skal bli mennesker som klarer seg i et utviklende samfunn (Kunnskapsdepartementet, 2017). Matematikkfaget tar en stor del i dette oppdraget, og skal legge til rette for at elevene skal forstå mønstre og sammenhenger i samfunnet og naturen, samt bidra til utvikling av kritisk tenkning, kommunikasjon, problemløsning, utvikle grunnleggende ferdigheter som å skrive, regne og lese og utvikle digitale ferdigheter (Kunnskapsdepartementet, 2019). Matematisk modellering er en metode for å lære hvordan matematikken henger sammen med samfunnet og den utviklingen som pågår. For å tydeliggjøre viktigheten av dette i skolen, er *modellering og anvendelse* blitt et eget kjerneelement i den nye læreplanen, Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020 (videre referert som LK20) (Kunnskapsdepartementet, 2019):

En modell i matematikk er en beskrivelse av virkeligheten i matematisk språk. Elevene skal ha innsikt i hvordan modeller i matematikk brukes for å beskrive dagliglivet, arbeidslivet og samfunnet ellers. Modellering i matematikk handler om å lage slike modeller. Det handler også om å kritisk vurdere om modellene er gyldige, og hvilke begrensninger de har, vurdere modellene i lys av de opprinnelige situasjonene og vurdere om de kan brukes i andre situasjoner. Anvendelser i matematikk handler om at elevene skal få innsikt i hvordan de skal bruke matematikk i ulike situasjoner, både i og utenfor faget. (Kunnskapsdepartementet, 2019, s. 2-3)

I LK20 blir ordet modell nevnt hele 76 ganger, som er dobbelt så mange ganger som i den forrige læreplanen, LK06 (Berget & Bolstad, 2019). Læreplanen legger føringer for innholdet i undervisningen, og når en læreplan fornyes kreves det at lærere gjør det samme med egen undervisning og praksis (Doerr & English, 2006).

## 1.1 Bakgrunn for studien

Matematiske modelleringsoppgaver kan legge til rette for forståelsen av ulike sammenhenger i og utenfor skolevirkeligheten, og kan hjelpe elevene med å se nytten av matematikk i den virkelige verden utenfor skolen (English & Watters, 2005). Berget og Bolstad (2019) kommer med en generell

antakelse at relevansidealet til matematikkfaget inn i det virkelige liv, kan heves ved å implementere modellering og anvendelse i skolen.

Matematiske modelleringsoppgaver er ulike fra andre typiske matematikkoppgaver elever møter på skolen, og selv om problemløsning vanligvis er med i matematikken, er tradisjonelle problemløsningsoppgaver ofte laget slik at det er ment å bruke en spesiell metode eller kun har en rett løsning. Modelleringsoppgaver tar ofte utgangspunkt i autentiske situasjoner og kobler seg ofte til det virkelige liv hvor det ikke alltid finnes kun en rett metode og/eller løsning (English & Watters, 2005). Matematisk modellering er en del av det å binde matematikken sammen den virkelige verden, og lar elevene få muligheten til å se hvilken rolle matematikken faktisk spiller i verden, både i og utenfor matematikktimene. Schou et al. (2013) har flere argumenter for hvorfor modellering trengs i skolen, og praktisk nytte kommer fram som et av argumentene. PISA (OECD, 2017) bruker begrepet *mathematical literacy* som et individs evne til å formulere, bruke og tolke matematikk i ulike sammenhenger, og det er en evne som er ønskelig at elevene oppnår ved matematikkundervisningen. Dette begrepet inkluderer å resonnerer matematisk og bruke matematiske konsepter, fakta, verktøy og prosedyrer for å forklare eller forutsi matematiske fenomener og kan kobles mot å modellere i matematikk. Mathematical literacy handler om å identifisere og forstå matematikkens rolle i den virkelige verden, som kan kobles mot arbeidet innenfor matematisk modellering (Kunnskapsdepartementet, 2019). Det å løse praktiske problemer ved bruk av matematikk kan hjelpe elevene med å forstå og arbeide mer effektivt med faget, og å opparbeide mathematical literacy (OECD, 2017). Mathematical literacy utdypes videre i teorikapitlet i studien.

Begrepsforståelse er en viktig faktor i matematikkundervisning, og Stengrundet og Valbekmo (2019) trekker fram at begrepsforståelsen til elevene starter hos læreren. Det har derfor vært ønskelig i denne studien å se hvordan lærerne tolker begrepet modellering og se på det opp mot definisjonen av begrepet som brukes i den nye læreplanen, fordi lærerens tolkning av begreper er med på å forme undervisningen deres (Julie, 2002). For at elevene skal kunne tilegne seg en god begrepsforståelse i matematikk, må læreren i forkant av undervisningen bruke tid på å sette seg inn i forståelsen av ulike begrep og undersøke hvilke tolkninger og representasjoner som hører til hvert begrep (Stengrundet & Valbekmo, 2019).

Modellering kan brukes både som undervisningsform eller et konkret tema, og gir elevene mulighet til å bruke matematikk som en metode til å forstå fenomener i verden og samfunnet (Blomhøj, 2003). Barbosa (2006) og Julie (2002) har definert en tredeling av matematisk modellering i undervisning, ved å se på innholdet og målet med aktivitetene. De presenterer modellering som innhold, fartøy og kritikk (Barbosa, 2006; Julie, 2002). Under arbeidet med modellering i skolen kan man ofte se at

aktivitetene passer innenfor en eller flere av disse perspektivene, og perspektivene er til en viss grad overlappende. Matematikklærere må i dette arbeidet finne en balanse mellom disse og se hvilke muligheter som ligger i dette arbeidet (Barbosa, 2006; Julie, 2002). *Modellering som innhold* er når modellering i seg selv er selve innholdet som skal læres i matematikkfaget og elevene skal lære å kunne modellere autentiske situasjoner. Denne metaforen legger vekt på utviklingen av kompetansene man trenger for å modellere den virkelige verden, og det kan være utfordrende å legge til rette for dette i planleggingen av undervisning (Hana, 2013). *Modellering som fartøy* er når modellering brukes kun som et redskap for å lære matematiske konsepter, og knytter seg ikke nødvendigvis til matematisk modellering i seg selv, men det å lære matematiske prosesser og begreper (Barbosa, 2006). Lærerens rolle er å tilrettelegge slik at modellene som brukes kan legge til rette for generalisering av matematikken som inngår i modellene (Hana, 2013). *Modellering som kritikk* er når modellering brukes for å kritisk reflektere over matematiske modeller og deres bruk i samfunnet. Læreren må tilrettelegge for elevdiskusjoner rundt modellens rolle og natur, hvor målet er at elevene skal lære å analysere modellene og vite hvordan de brukes i samfunnet. Modelleringen blir på den måten en del av kritisk matematikkundervisning, som er et mål i LK20 (Kunnskapsdepartementet, 2019). De tre ulike perspektivene på modelleringsundervisning; innhold, fartøy og kritikk, fører alle til ulik undervisning som igjen fører til ulikt læringsutbytte for elevene, og lærerne må legge til rette for at alle har en tilstrekkelig plass i undervisningen (Hana, 2013). Matematisk modellering gjør det mulig å gjøre matematikken mer relevant og engasjerende for elevene ved at man kan ta utgangspunkt i deres egne erfaringer og kunnskap, slik at de matematiske begrepene kan gi mer mening for dem (Berget & Bolstad, 2019; Julie, 2002). Modellering er dermed fordelaktig fordi det gjør det mulig å knytte matematikken til flere aspekter av livet, eksempelvis i privatlivet, under utdanning, i arbeidslivet og i samfunnet hvor det kan være nyttig å kunne bruke matematikk på en reflektert måte.

Lærere i skolen har mange ansvarsområder og er blant de viktigste personene i elevenes liv. Noen av lærerens oppgaver er å legge til rette for målrettet og systematisert læring, forholde seg til de lovene og læreplanverkene som er gjeldende, samt å evne faglig og metodisk fornying og være i stand til å reflektere over egen praksis. Læreren skal kunne sitt fagfelt, ha kunnskap og ferdigheter til å formidle sitt fagstoff (NOU, 1996: 22). Modellering er mye forsket på ut ifra elevens perspektiv, med fokus på deres læring og forståelse (Barbosa, 2006; Blomhøj, 2003, 2006; English & Watters, 2005) og flere studier utdyper viktigheten av lærerens forståelse og arbeid innen temaet (Blum & Ferri, 2009; Julie, 2002; Meld. St. 28 (2015-2016); Stengrundet & Valbekmo, 2019). Lærerens egne kompetanse og faglig trygghet innen modellering er helt avgjørende for hvordan begrepet tas i bruk i undervisningen (Skott, 2015; Thomas & Hart, 2013). Modellering ble en del av den tyske

grunnskolen i 2003, men Blum og Ferri fant i en studie fra 2014 om modellering i undervisning at flere lærere mangler kompetanse innen temaet og derfor velger å ikke implementere det i egen undervisning. Flere av lærere i samme studie, uttrykte at de syntes matematisk modellering blir for avansert for elever på lavere trinn (Blum & Ferri, 2014). Modellering er vektlagt tungt i ny læreplan som kan tilsi at matematisk modellering skal være mer fremtredende i matematikkundervisningen enn tidligere. English og Watters (2005) og English (2006) har undersøkt modellering som tema på lavere klassetrinn, og viste at elevene både kan og bør driver modellering tidlig, fordi temaet gir dem muligheten til å øke egen kompetanse og forståelse av matematikkfaget. Resultatene English og Watters (2005) presenterer handler om at de yngste elevene kan, tidligere enn antatt, delta i modelleringsaktiviteter og kan lære seg å modellere, rettferdiggjøre og generalisere i matematikk. English (2006) viser også til forskning som viser at yngre elever kan og bør møte mer kompleks matematikk enn enkel måling og telling, fordi det vil gagne deres læring og kompetanse.

## **1.2 Formål, problemsstilling og forskningsspørsmål**

Formålet med studien er å finne ut hvordan et utvalg matematikklærere på ungdomsskolen tolker og bruker matematisk modellering i egen undervisning, og hvordan deres erfaringer er med bruk av modellering i egen undervisning. Lærernes definisjoner av matematisk modellering sees i sammenheng med formuleringen av begrepet fra LK20, for å se etter hvilke likheter og ulikheter som finnes. Det er undersøkt hvordan lærerne er blitt kurset innen modellering, etter det økte fokuset på temaet i ny læreplan. På bakgrunn av dette har jeg valgt ut følgende problemsstilling:

### **Hvordan erfarer og bruker matematikklærere på ungdomsskolen matematisk modellering i egen undervisning?**

For å få innsikt i problemsstillingen har jeg satt opp følgende forskningsspørsmål:

- Hvordan forstår og definerer matematikklærere på 10. trinn begrepet matematisk modellering?
- Hvordan stiller lærerne seg til læreplanens formulering av matematisk modellering?
- På hvilken måte legges det til rette for bruk av matematisk modellering i egen undervisning og hvilke erfaringer har ved å bruke modellering?
- Hvordan er lærerne kurset innen matematisk modellering og bruk av modellering i egen undervisning?

### **1.3 Begrepsavklaring**

Matematisk modellering og modellering er begrep som brukes om hverandre gjennom avhandlingen, men de har begge den samme betydningen og er gjort for å gjøre oppgaven mindre repetitiv ved å ikke bruke det fulle begrepet hver gang. Betydningen og forståelsesgrunnlaget for begrepet står beskrevet i første del av teorikapitlet.

### **1.4 Oppgavens oppbygning**

Studien har seks kapitler. Oppgaven forsetter videre i andre kapittel hvor studiens teori presenteres. Her defineres matematisk modellering som begrep, og det blir sett på hvorfor modellering bør være i skolen og hvordan utviklingen i læreplanene til norsk skole har vært fram mot LK20. Det presenteres også relevant teori innenfor mathematical literacy og variert undervisning med en kobling til hvordan modellering kan være med på å forme disse. Lærerens rolle og viktigheten av lærerens begrepsforståelse presenteres også. Kapittel tre omhandler og utdyper valg av metode, gjennomføring av datainnsamlingen og analyseverktøyet. I kapittel fire presenteres resultatet av analysen til datainnsamlingen. Datamateriales diskuteres i lys av det teoretiske rammeverket opp mot til studiens problemsstilling og forskningsspørsmål i kapittel fem. Studien avsluttes med en konklusjon i kapittel seks.

## 2. Teori

### 2.1 Matematisk modellering

For å forstå hvordan lærere erfarer og bruker modellering i skolen, er det viktig å se på hvordan modellering defineres i læreplanen, samt hva som kjennetegner god matematisk modelleringskompetanse.

Det finnes flere måter å definere matematisk modellering, men det er i denne studien valgt å ta utgangspunkt i forståelsesgrunnlaget som er i LK20. Matematiske modeller er, i læreplanen, beskrevet som en «beskrivelse av virkeligheten i matematisk språk» og fokuset ligger på å ta med og bruke matematikken inn i hverdagen og dagliglivet (Kunnskapsdepartementet, 2019). Blum og Ferri (2009) har en lignende definisjon på matematisk modellering, og beskriver modellering som prosessen ved å oversette mellom matematikk og virkelighet («reality») i begge retninger. For å forklare «virkeligheten/den virkelige verden» brukes Pollak (1979, sitert i Blum & Ferri, 2009, s. 45) sin forklaring til virkeligheten som «alt utenfor matematikken», eksempelvis natur, samfunn, hverdagsliv og andre vitenskapelige disipliner. En matematisk modell viser selve forholdet mellom noe ikke-matematisk og noe matematisk. Matematisk modellering kan beskrives som en prosess hvor det handler om å beregne, forklare, forstå eller beskrive forhold som er ikke-matematiske (en del av virkeligheten), ved å bruke matematikk (Hana, 2013). Modellering betegnes som en prosess, med flere delprosesser. Blum og Leiß (sitert i Haines et al., 2007, s. 225) har en metode for å beskrive denne prosessen ved å gjennomgå en modelleringssyklus.

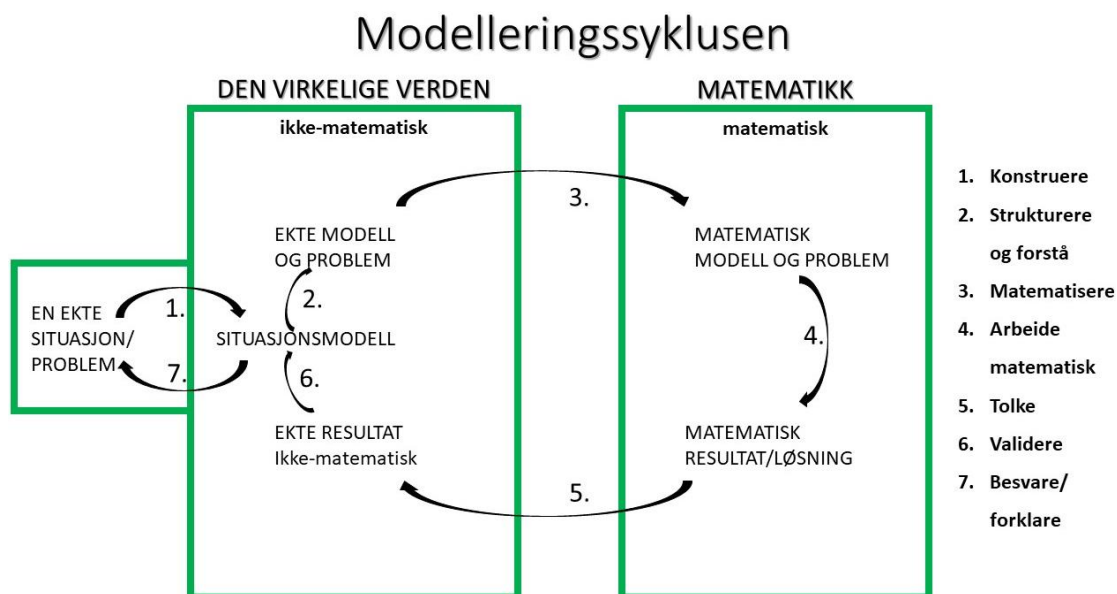


Fig. 1: Modelleringssyklusen. Figuren er egen gjengivelse av «The Modelling Cycle» av Blum og Leiß (Haines et al., 2007, s. 225).

Modelleringscyklusen til Blum og Leiß (fig. 1) tar for seg to områder; matematikk og den virkelige verden. Det er lagt opp til syv trinn som gjennomføres i modelleringsprosessen som er listet til høyre for modellen og pilene viser når de ulike stegene gjennomføres. Målet med prosessen er å få et resultat som gir meningen i begge områdene. Prosessen starter med et problem eller en situasjon fra den virkelige verden som skal løses. I det første steget konstrueres det en situasjonsmodell som tar utgangspunkt i det ekte problemet/situasjonen. En slik situasjonsmodell kan være en enkel illustrasjon av problemet. Fra denne situasjonsmodellen blir problemet strukturert og videre forenklet, og det blir bestemt hvilke detaljer som må være med videre. Her forsvinner unødvendig detaljer som ikke må tas med for at problemet fortsatt skal gi mening. I det tredje steget skal situasjonen oversettes fra den virkelige verden over til matematikken, og situasjonen blir matematisert inn mot matematikkverdenen, ofte ved bruk av antagelser og overslag (Haines et al., 2007). I neste steg foregår et matematisk arbeid for å ende opp med et matematisk resultat. Det matematiske resultatet må videre tolkes tilbake inn i den virkelige verden til et resultat i den virkelige verden, som videre må valideres inn mot situasjonsmodellen som ble konstruert i starten av prosessen. Dersom resultatet ikke gir svar på det opprinnelige problemet, kan prosessen gjennomføres flere ganger til det til slutt ender opp med et resultat som kan besvare til opprinnelige problemet vi hadde fra den virkelige verden. Det er et essensielt poeng at syklusen ofte må gjennomføres mer enn en gang, og prosessen er heller ikke alltid lineær som modellen fremstår (Hana, 2013). Det må ofte jobbes fram og tilbake mellom den virkelige verden og matematikken, for å ende opp med et resultat som gir mening i begge verdenene (Haines et al., 2007). Det som menes med at prosessen ikke er lineær prosess, er eksempelvis at arbeidet må evalueres kontinuerlig i arbeidet, og ikke bare til slutt i prosessen (Hana, 2013). Målet med modellering er å få matematiske resultater som kan tolkes inn i den virkelige verden som virkelige resultater. Hana (2013) fremstiller målet med modellering som en form for optimalisering ved at det er ønsket å finne den billigste, raskeste eller enkleste løsningen. En av grunnene til at matematikk er effektivt er at målet med oppgavene ofte er å optimalisere en egenskap ved løsningen på modelleringsproblemet (Hana, 2013).

Lorentzen (2012) beskriver en utfordring ved at matematikken og modellering er oppstått for å løse praktiske situasjoner, som handler om koblingen til virkeligheten. Hun legger fram at praktiske problemer kan løses ved bruk av matematikk, men det må gjøres en del avgrensninger for å klare å bruke resultatene som løsning. I en situasjon eller problem fra virkeligheten finnes det ofte en rekke detaljer og beregninger som er med i det virkelige problemet, men når vi oversetter og matematiserer blir det umulig å få med alle detaljene inn i den matematiske modellen (Lorentzen, 2012). Det må forenkles for å kunne bruke matematiske modeller eller formler. Hvorfor kan man si at slike forenklete matematiske modeller er en god representasjon av virkeligheten? Det kommer Lorentzen

(2012) med et tredelt svar på. For det første, kan vi spørre hvor nøyaktig svar vi trenger. For det andre, må vi ha med absolutt alle små detaljer for å kunne forstå sammenhengen i resultatet? Det tredje delen går ut på at det er lite sannsynlig at vi faktisk har alle detaljer om virkeligheten når vi skal løse problemet (Lorentzen, 2012). En matematisk modell gir ofte ikke et helt nøyaktig svar, men det er fortsatt mulig å bruke modellering og matematikk for å se på situasjoner fra virkeligheten.

En god matematisk modelleringskompetanse oppnås når man selvstendig klarer å gjennomføre og forstå stegene i prosessen i koblingen til en reell situasjon (Blomhøj, 2006). En person med god modelleringskompetanse tar for seg den kritiske vurderingen av den matematiske modellen inn mot en ikke-matematisk situasjonen, i tillegg til at en klarer å analysere om modellen kan brukes i andre situasjoner enn den vi startet med (Kunnskapsdepartementet, 2019). En slik kompetanse handler om å kunne formulere spørsmål, bruke faglig kunnskap, anvende matematikk for å analysere matematiske systemer, tolke og vurdere resultater, kritisk vurdere og reflektere over eget og andres arbeid og kommunisere om slike modeller (Blomhøj, 2006, s. 92).

## **2.2 Modelleringsens plass i skolen**

Blum og Ferri (2009) har resultater som viser til at modellering ikke har en like betydningsfull rolle i skolen som man skulle ønske, og drøfter at grunnen til dette er at modellering er utfordrende både for elever og for lærere. Julie (2002) argumenterer også for hvor viktig modellering er i skolen, for å vise elevene praktisk bruk av matematikken og koble den til virkeligheten. Allerede i første setning av læreplan i matematikk 1.-10.trinn forstår vi modellering som en viktig del av faget: «Matematikk er et sentralt fag for å kunne forstå mønstre og sammenhenger i samfunnet og naturen gjennom modellering og anvendelser» (Kunnskapsdepartementet, 2019, s. 2). Modelleringsprosessen utdypes i læreplanen at den skal starte fra en situasjon eller et problem fra den virkelige verden, som vi kjenner igjen fra definisjonen til modelleringsprosessen fra figur 1.

Det finnes mange grunner til å drive med modellering og Blomhøj (2003) presenterer grunner som motivasjon for elevene, muligheter for selvstendighet hos elevene og gi innsikt i matematikkens plass i samfunnet og dagliglivet. Han argumenterer også for at modelleringsundervisning kan styrke elevenes kritiske dømmekraft. Blum (2015, s. 81) legger fram fire grunner til hvorfor modellering er viktig i undervisningen:

- Pragmatisk – for å forstå situasjoner i den virkelige verden, så må elevene få modelleringseksempler som kan hjelpe dem å omformulere hverdagssituasjoner til matematikk.



- Formativt – ved å arbeide med modellering vil elevene utvikle ulike kompetanser innen matematikk, spesielt innen modellering, men også innen argumentasjon.
- Kulturelt – ved å relatere matematikken inn mot den virkelige verden vil det hjelpe for å se hvordan matematikken passer inn i den virkelige verden.
- Psykologisk – ved å bruke situasjoner fra den virkelige verden kan det øke elevenes interesse for matematikk og gi dem en dypere matematisk forståelse, når de kan relatere matematikken til noe de kjenner.

Punktene kan brukes som ulike målsettinger for undervisning (Blum, 2015). Resultatene fra English og Watters (2005) sin studie om modellering på lavere trinn, ga konklusjonen at elevene fikk rom for å utvikle viktige matematiske ideer og prosesser som de normalt sett ikke fikk møte før senere i skoleløpet. Elevene utviklet en større grad av metakognisjon og kritisk tenkning som gjorde dem bedre til å bruke personlig kunnskap i modelleringsoppgavene. De fremlegger resultater på at alle elevene i studien utviklet en form for matematisk forståelse når de holdt på med modellering i ulike temaer (English & Watters, 2005). Dette er resultater som koherer godt med modelleringsprosessen (fig. 1) og grunnene til Blum (2015). Matematisk modellering kan bidra til at elever oppdager at matematikken kan brukes som et redskap for å beskrive og forstå fenomener i den virkelige verden (English, 2006). Mange matematiske begreper kan virke svært teoretiske og abstrakte for elever, hvor Blomhøj (2003) skriver at hvis elevene får se og bruke begrepene i modelleringsoppgaver kan det være enklere å forstå meningen med dem. Dette passer godt sammen med formålet til matematikkfaget.

Modelleringsundervisning kan sees på med (minst) tre ulike perspektiver; et samfunnsmessig, et undervisningsmessig og et læremessig perspektiv (Blomhøj, 2006). Innenfor det samfunnsmessige perspektivet handler modellering om å avdekke rollen som matematikken spiller i samfunnet. Blomhøj (2006) tar for seg ulike argumenter for hvorfor matematiske modeller har en avgjørende samfunnsrolle, hvor en av grunnene er at matematiske modeller er en integrert del av omtrent alt av ulike disipliner, som gjør at utviklingen av modellering er et svært viktig element i samfunnets kvalifikasjonsbehov. En annen grunn innenfor det samfunnsmessige perspektivet er at matematiske modeller er integrert i samfunnet i så stor grad, som gjør det vanskelig å se for seg en verden uten modeller. Det er et viktig poeng til hvorfor modellering må inn i grunnskolen, og ikke bare kan læres på høyere nivåer. Skattebetaling, lån, strekkoder og pinkoder til bankkort er matematiske modeller vi ikke kan ha et samfunn uten. Modellering handler også om å legitimere ulike samfunnsmessige beslutninger (Blomhøj, 2006). Innen det undervisningsmessige handler det om at matematiske modeller er med på å forme, og er en del av matematikkundervisning på flere nivåer. Eksempelvis

når man bruker matematikk for å løse problemsstillinger utenfor matematikkundervisningen, er det hovedsakelig en matematisk modell involvert. Matematiske modeller er med på å forme og underbygge mye av det som undervises i matematikken, selv om modellering i seg selv ikke alltid er temaet. Modellering kan også brukes i tverrfaglig samarbeid. Det siste perspektivet, det læremessige, legger opp til å analysere muligheter og utfordringer med sammenhengen mellom matematikk og den virkelige verden. Elevene skal utvikle modelleringskompetanse, men arbeidet her kan også få elevene til å lære generell matematikk bedre (Blomhøj, 2006).

### 2.3 Mathematical literacy

Modellering kan, på bakgrunn av presentert forskning, bidra til motivasjon for læring i matematikk, og være et redskap for å lære elever andre matematiske begrep og metoder (Barbosa, 2006; Berget & Bolstad, 2019; Blomhøj, 2003; Blum & Ferri, 2009; English, 2006; English & Watters, 2005). Målet er at elevene skal få en større forståelse for matematikkfaget og se hvilken rolle matematikk har i dagliglivet ved læring og bruk av matematisk modellering. Fra denne målsettingen kan det trekkes en kobling til PISA sin tolkning av begrepet *mathematical literacy*. Internasjonalt sett har det blitt lagt vekt på modellering og problemløsning fra den virkelige verden («*real world problem solving*»), som en del av begrepet *mathematical literacy* (Galbraith, 2012). Det viktigste elementet fra matematikkundervisning innen *mathematical literacy*, er modellering og temaets prosesser (Stacey, 2011). I PISA-undersøkelsene legges det vekt på å formulere problemer fra den virkelige verden matematisere modellen over til matematisk språk, slik at problemet kan løses som et matematisk problem, før det blir tolket over til en løsning som gir mening i den virkelige verden (Stacey, 2011). Disse målsettingene fra PISA som legges fram er steg vi kjenner igjen fra modelleringssyklusen (fig. 1) til Blum og Leiß (Haines et al., 2007). PISA trekker fram at deres bruk av *mathematical literacy* handler om at alle mennesker i verden trenger en grad av *mathematical literacy*, uansett hvilken yrke eller livsvalg de tar (Stacey, 2011).

Med utgangspunkt i PISA sin tolkning av *mathematical literacy*, er det mulig å se at modellering kan ha en innvirkning på flere aspekter av matematikkfaget og kan hjelpe elevene med motivasjon og variasjon i undervisningen for å heve den matematiske kompetansen og forstå rollen til matematikk i verden. Perspektivene som Blomhøj (2006) legger fram er argumenter for hvorfor modellering er en viktig del av matematikkundervisningen og viser at modellering legger til rette for å vise elever hva rollen til matematikken er i verden, og gjør det mulig å opparbeide *mathematical literacy*. Det hele bunner i det å forstå hvordan verden henger sammen og hvilken del matematikk tar i samfunnet, og hvor viktig det er for samfunnet (Blomhøj, 2006; OECD, 2017; Stacey, 2011). Stacey (2011) viser til studier som har fokus på PISA-undersøkelsene når de planlegger ny læreplan, og viser til Wu

(2010, sitert i Stacey, 2011, s. 105) som har undersøkt Australia som er et land som ofte gjør det godt i PISA-vurderingene, og som har fokus på ulike emner som mathematical literacy når nye læreplaner blir laget. Slike resultater styrker at det som fokuseres på i læreplanene, kan gi verdifulle resultater i elevens utvikling, som igjen kan kobles mot endringene som er gjort i den norske læreplanen gjennomårene (Stacey, 2011).

## 2.4 Utvikling av læreplaner i matematikk

Det har vært mange store endringer i matematikkfaget gjennom læreplanene som har vært, og ved hver endring kreves det at læreren retter seg etter læreplanen fordi læreplanen vil diktere undervisningen (NOU 2014: 7). Læreplanverket, L97, ble innført i 1997 og det ble da konstatert at læreplanen skulle være et forpliktende grunnlag for opplæringen og at planen la et felles faglig grunnlag for alle grunnskoler i landet. Slik har det ikke vært i tidligere læreplaner. Endringene gikk videre over til Læreplanverket for Kunnskapsløftet, LK06, som tilsa at læreplanen ikke lengre var et felles faglig innhold, men planen skulle ramme inn kompetansemålene og strukturere fagene (NOU 2014: 7, s. 82). Matematikkfaget har gått fra en fase hvor faget var ikke obligatorisk til en plan med veldig mange hovedområder, som i LK06 ble strukturert i kompetansemål som skulle ramme inn faget og opplæringen. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020 startet å implementere i norsk skole fra høsten 2020. LK20 er endret for å gi elever en skolegang som er mer relevant og fremtidsrettet i et samfunn som er i stadig og rask endring. Målet med den nye læreplanen er å gi bedre læring og forståelse for elevene, og samtidig legge til rette for dybdelæring i fagene ved at det er ønsket at elevene skal fordype seg i det de lærer (Meld. St. 28 (2015-2016), s. 26). LK20 knytter seg i større grad enn tidligere til elevenes hverdag og skal gjøre dem klar til et samfunn og arbeidsliv i stadig endring (Utdanningsdirektoratet, 2020). LK20 er strukturert ut ifra fem kjerneelementer med fokus på sammenhengen innenfor og mellom disse, hvor *modellering og anvendelse* er et av disse. Kjerneelementene beskrives som «det viktigste faglige innholdet elevene skal arbeide med i opplæringen» (Utdanningsdirektoratet, 2019).

I Stortingsmelding nr. 28 (2015-2016) står det at fagenes innhold ikke må være for omfattende, slik at lærerne opplever at de må avslutte et emne før elevene har oppnådd en varig og dyp forståelse. Kompetansemålene i LK20 er derfor færre, tydeligere og laget i kombinasjon med kjerneelementene, og det stilles krav til lærerne at elevene deres må få mulighet til å fordype seg i fagene i større grad enn tidligere. Andre endringer i faget er at elevene skal få utforske matematikken i større grad enn tidligere, og øve på å kommunisere om den (Kunnskapsdepartementet, 2019).

## 2.5 Endringer i eksamen

I forbindelse med endringen og implementeringen av ny læreplan har Utdanningsdirektoratet våren 2022 laget eksempeloppgaver for eksamen etter 10. trinn i matematikk. Det eksempelsettet som er publisert viser ulike oppgavetyper som kan ligne på de som blir gitt til eksamen etter den nye læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2022a). Oppgavene i eksempelsettet er ulike fra tidligere eksamener ved at det er større variasjon i oppgavetyperne enn tidligere, slik at elevene får vist sin kompetanse i faget i så stor grad som mulig (Utdanningsdirektoratet, 2022b). I oppgavesettet hvor elevene kan bruke hjelpemidler er det gitt oppgaver som presenterer situasjoner eller problemer som elevene skal undersøke og utforske på egen hånd for vise sin matematiske kompetanse. Elevene blir her bedt om å besvare egne spørsmål ved å argumentere, resonnerer, modellere og generalisere og vurdere gyldigheten på egne svar (Utdanningsdirektoratet, 2022a).

**Oppgave 10**


Anne er 15 år, og ønsker å ta førerkort for moped. Hun skal kjøpe moped når hun blir 16 år. Hun planlegger å selge den når hun blir 18 år.

**Følgende er obligatorisk opplæring når du skal ta førerkort for moped:**

Grunnkurs moped – 3 timer	1000,-
Trinnvurdering trinn 2	700,-
Sikkerhetskurs trafikk – 4 timer	2040,-
Trinnvurdering trinn 3	700,-
Sikkerhetskurs vei – 4 timer	2040,-
Samlet pris: All obligatorisk opplæring + 3 kjøretimer: kr. 8800,-	

**Gebyr førerkort moped:**

Gebyr teoriprøve	660,-
Gebyr utstedelse av førerkort	310,-
Fakturagebyr	65,-



Peugeot Speedfight 4 Pure  
Pris: 16 000 kr

Legg til favoritt

Mopeden bruker ca. 1/3 L bensin per mil.  
Anne bor 2 km fra skolen og fra fotballbanen.  
Anne har liten erfaring med moped, så hun trenger trolig flere kjøretimer.  
Verditapet til en ny moped er 25–30 % det første året, 20 % det andre året og så 10 % per år.  
En liter bensin koster ca. 15 kr.  
Forsikring for mopeden koster 125 kr per måned.

**Bruk informasjonen ovenfor til å vise din kompetanse innen modellering og anvendelse.**

Fig. 2: Oppgave 10 i eksemplet på helt oppgavesett i matematikk 10.trinn, med hjelpemidler (Utdanningsdirektoratet, 2022a).

Oppgaven (fig. 2) er laget med fokus på kjerneelementet modellering og anvendelse hvor elevene får i oppgave å bruke informasjonen i oppgaveteksten til å vise sin kompetanse innen kjerneelementet. Oppgaven er åpen, har en lav inngangsport og gjør at elevene må konstruere situasjonsmodell og stille spørsmål med utgangspunkt i den virkelige situasjonen (første steg i modelleringssyklusen, fig. 1) for å besvare oppgaven (Utdanningsdirektoratet, 2022a). Oppgaven diskuteres i intervjuene med lærerne for å høre hvilke tanker og erfaringer de har ved å gi elevene slike typer oppgaver fordi den

er annerledes enn tidligere eksempelsett. Oppgaven setter krav til lærernes kompetanse innen modelleringsundervisning for at elevenes deres skal kunne besvare en slik type oppgave. Eksempelsettet og oppgavetyperne er endret fra tidligere, som tilsier at lærere må endre og variere egen undervisning slik at den har en sammenheng med de nye oppgavetyperne.

## **2.6 Variert undervisning**

Undervisning innen modellering krever at lærerne må endre egen praksis og undervisning for å treffe målsettingen til emnet (NOU 2014: 7). Modellering kan dermed kobles til variert undervisning, som også henger sammen med tilpasset opplæring.

Tilpasset opplæring er et ideal som står sterkt i grunnopplæringen i Norge, og handler om at hver enkelt elev har krav på opplæring som er tilpasset deres evner og forutsetninger (Opplæringslova, 1998, § 1-3). Lærerne må selv vurdere og prioritere lærestoff og arbeidsmåter ut fra pedagogiske og faglige kriterier og elevene skal utvikle selvstendig og kritisk tenking, og lære å samarbeide med andre. For at elevene skal få utvikle alle disse sidene, må arbeidsmåtene varieres (Arnesen & Sollie, 2003). Arbeidsmetodene varieres for å tilfredsstille flere av elevene, alle lærer på ulike måter og undervisningen må bære preg av dette. En god arbeidsmåte for en elev, kan være en dårlig arbeidsmåte for en annen elev (Arnesen & Sollie, 2003).

Forskning viser at variert undervisning har stor effekt på elevers motivasjon på skolen (Meld. St. 22 (2010-2011)). Bruk av ulike former og ulike metoder for oppgaveløsning fremmer læring, ved at elevene får konkretisert den teoretiske kunnskapen for å bli mer kjent med stoffet. Variert undervisning betegnes som at det ofte innebærer praktiske arbeidsmåter, samt at oppgavene er utfordrende og oppleves relevante for elevene slik at de opplever undervisningen som meningsfull og målrettet (Meld. St. 22 (2010-2011)). Skorpen (2009) har studert arbeidsmåter i matematikkfaget i begynneropplæringen, og resultatene er at det er stor variasjon i arbeidsmåter, men tradisjonelle arbeidsmåter har en dominerende rolle. Dette funnet er også støttet opp i Klette et al. (2008) sin forskning av PISA resultater, at matematikktimene er dominert av lærerstyrt instruksjon, først gjennomgang av nytt fagstoff og videre individuell oppgaveløsning. Elevarbeidet er tydelig preget av individuelt arbeid, fordi elevene befinner seg på ulike steder faglig sett, som gjør det avansert for lærere å legge til rette for samarbeid. Andre funn som er kommet fra Klette et al. (2008) sin forskning er at matematikkfaget i stor grad karakteriseres som «matematisk» i stedet for «dagligdags», det brukes lite tid på arbeide med praktisk anvendelse av matematisk kunnskap og lite bruk av ikke-konvensjonelle matematiske problemer. Dette strider imot forskning som viser at mange elever foretrekker praktiske og varierte arbeidsmåter, og at det kan gjøre dem mer motiverte for skolearbeid

(Meld. St. 22 (2010-2011)). Modelleringsoppgaver legger i større grad til rette å trekke inn samfunnet, arbeidslivet og dagliglivet inn i matematikken, og kan være en god mulighet for variert undervisning (Lorentzen, 2012).

Vygotskij (1978, sitert i Skaalvik & Skaalvik 2018, s. 71) har innen sosiokulturell læring lagt fram begrepet *proksimal utviklingssone*. Sonen for den proksimale utviklingen er når en elev lærer på en måte som gjør at med rett hjelp og støtte kan eleven bli «pushet» til å lære og forstå enda mer om den får undervisning som ligger innenfor egen mestringszone. Fordelen med å legge opp læring slik at elevene havner innen den proksimale utviklingssonen er at elevene kan få til og forstå mer enn de hadde klart på egen hånd. Dette kan være gjeldende både for undervisning, men også innen elevsamarbeid. Elever som er på ulike ferdighetsnivåer og arbeider sammen kan også havne innen utviklingssonen, fordi eleven som kan minst om stoffet kan få hjelp til å forstå enda mer fra en elev som kan mer av stoffet, hvor den som kan mer vil lære mer av å forklare og hjelpe den andre. Det handler om å tilpasse undervisningen eller elevsamarbeidet slik at elevene arbeider med noe de nesten behersker for at de, med rett hjelp og støtte, stadig øker sin egne kompetanse (Skaalvik & Skaalvik, 2018).

Mange elever setter pris på variert undervisning, men det finnes noen forutsetninger som må til for at slike metoder skal fungere på best mulig måte (Blum & Ferri, 2009; Meld. St. 22 (2010-2011)). Lærerens kompetanse legges fram som den viktigste delen for å få et slikt arbeid til, hvor lærerne må legge til rette og sørge for at aktivitetene blir strukturerte og har tydelige mål, slik at elevene forstår meningen med oppgavene (Blum & Ferri, 2009). Hvis elevene forstår meningen med det de driver med, kan det gjøre at de blir mer motiverte og kan oppnå en dypere forståelse (Blum & Ferri, 2009). Variert undervisning krever mer av lærerne innen forberedelse og evaluering, men det vil tenkelig kunne heve læringen og motivasjonen til elevene, hvor modellering kan være en metode for å få dette til (Meld. St. 22 (2010-2011)).

## **2.7 Lærerens rolle i modelleringsundervisning**

Skott (2015) viser at lærerens oppfatning av matematikk påvirker undervisningspraksisen og oppfatningen blir viktig inn mot modelleringsundervisning. Læreren spiller en svært viktig rolle i arbeidet mot å gi elevene erfaring og kompetanse i modelleringsarbeid, ved å støtte og tilrettelegge for dem (Thomas & Hart, 2013). Blum og Ferri (2009) sier også at lærerne er uunnværlige og viser til en fundamental forskjell i resultater mellom elever som jobber alene og elever som får støtte fra lærere. Det framlegges en kritisk balanse mellom minimal hjelp fra lærer og elevenes uavhengighet, som går hånd i hånd med Maria Montessoris' kjente sitat: «Help me to do it by myself» (Maria

Montessori, sitert i Blum & Ferri, 2009, s. 52). Balansen som framlegges blir styrket av en adaptiv og uavhengighetsbevarende lærer som gir hint til elever uten å gi hele svaret, som kan hjelpe elevene med å forestille seg situasjonen og tenke realistisk (Blum & Ferri, 2009). Lærere som ikke er godt nok forberedt og skal veilede i modelleringsoppgaver, kan ende opp med å kun se sin egne «favorittløsning» når elevene ber om hjelp som kan gjøre at de mister bredden i andre fremgangsmåter eller løsninger som finnes til oppgavene (Blum & Ferri, 2009). Ferri (2013) mener at lærerne har et eget ansvar for å tilegne deler av kunnskapen som trengs for å bruke modellering i egen undervisning. Ferri (2013) kommer med et forslag om å ta modellering med inn i lærerutdanningen for ikke-utlærte lærere, og forslår kurs for allerede ferdigutdannede lærere. Modelleringsoppgaver kan være åpne oppgaver som gir mulighet for flere fremgangsmåter og løsninger, og dersom læreren ikke er klar over åpenheten på oppgaven kan det være utfordrende å gi veiledning hvis elevene er inne på et annet «spor» (Blum & Ferri, 2009). Selv om det kan finnes mange fremgangsmåter og løsninger, er det heller ikke gitt at alle er like gode (Hana, 2013). Det er derfor helt nødvendig at lærerne har kunnskap om de kognitive kravene til oppgavene som gis, for å kunne gi elevene veiledning på best mulig måte (Blum & Ferri, 2009).

Blum og Ferri (2014) fant i en undersøkelse av tyske lærere sine barrierer og motivasjon innen modelleringsundervisning at aspektene tid, materiale og vurdering var de største barrierene for å drive med modellering i undervisning. Tidsaspektet var ikke en like stor barriere for lærere med erfaring innen modellering, enn som det var for de uerfarne. Det kan tilsi at modellering krever tid i startfasen, men kan etter å ha testet det noen ganger er det mindre tidkrevende å gjennomføre. Det handler om å prioritere tid på å sette seg godt inn modellering i startfasen, som vil gjøre det enklere senere (Blum & Ferri, 2014). Flere lærere fra studien til Blum og Ferri (2014) var ufaglærte og disse strevde spesielt mye med vurderingsaspektet innen modellering. Denne var ikke like høy for de faglærte som hadde en større kunnskap om hvordan vurdere elever innenfor mer åpne oppgaver. Resultatene fra undersøkelsen til Blum og Ferri (2014) konkluderer med at lærerne fra utvalget var positive til modellering og ser nytteverdien til temaet og ser også at barrierene som ligger innen arbeidet er mulig å bryte ned ved mer tid og kunnskap inn i forarbeidet. Vi ser med det at modelleringsundervisning er viktig, men lærere trenger tid, hjelp og støtte for å klare å lage god modelleringsundervisning og modelleringsoppgaver, samt for å holde motivasjonen oppe til å fortsette med å modellering.

Det finnes mange måter å undervise og veilede i modelleringsoppgaver, og ikke bare én rett måte. Artikkelen til Blum og Ferri (2009) om modellering konkluderes med at modellering kan både undervises og læres. De understreker at det er essensielt at læreren setter seg inn i forarbeidet og har kunnskap om hvordan man kan veilede i slike oppgaver, og at modellering tas med i skolehverdagen

og brukes jevnlig (Blum & Ferri, 2009). I Stortingsmelding nr. 28 (2015-2016) konkretiseres det også at det kreves en god matematisk kompetanse av lærerne som skal arbeide med endringen i LK20. Berget og Bolstad (2019) konkluderer i sin studie om endringene i LK20, at det må tilbys kompetansehevingstiltak for lærerne slik at de får kunnskap om modellering og hvordan det kan undervises. I LK20 står det ikke konkret hvordan modellering skal arbeides med, og i Stortingsmelding nr. 28 (2015-2016) blir det konstatert at skoleeier har ansvaret for at skolen og lærerne følger læreplanverket og arbeider med nasjonale læreplaner. Arbeidet med implementeringen av LK20 viser et lokalt ansvar at alle lærere og skoleeier avgjør hvilket innhold og hvilke arbeidsmåter som best bidrar til at elevene når kompetansemålene. Lærere har et eget ansvar å sette seg godt inn i nye læreplaner og jobbe med endringene, og skoleeier skal legge til rette for at et slikt arbeid kan finne sted (Meld. St. 28 (2015-2016)).

En god begrepsforståelse er et av flere mål for matematikkutdanningen (Stengrundet & Valbekmo, 2019). Det innebærer å ikke bare kjenne til ordene, men man må vite hvorfor begrepene kan brukes i bestemte situasjoner. Elevene skal tilegne seg en god begrepsforståelse, og det starter med lærerens egne begrepsforståelse (Stengrundet & Valbekmo, 2019). Stengrundet og Valbekmo (2019) legger fram noen elementer ved matematiske begrep som det er viktig å ta stilling til i forkant som lærer. Elementene som trekkes fram er at et begrep som oftest henger sammen med andre begrep og kan bygge på hverandre. Først lærer en multiplikasjon med hele tall og utvikler en forståelse for begrepet multiplikasjon. Når dette begrepet sitter godt og elever blir presentert med multiplikasjon med negative tall eller desimaltall, vil dette passe inn i begrepsstrukturen «multiplikasjon» og samtidig utvide den. Gjennom skolegangen vil elever tilegne seg mange begreper, og det kan derfor være smart å ordne begrepene i et hierarki for å utøve dybdelæring i faget. Når elever skal lære nye begrep, er det viktig at læreren i forkant analyserer begrepet matematisk for å klare å velge ut metoder og arbeidsformer som kan legge til rette for god begrepsutvikling hos elevene. Begrepslæring og forståelse innebærer ofte å se på begreper på ulike måter (Stengrundet & Valbekmo, 2019).

Oliveira og Barbosa (2013, sitert i Chan et al., 2015, s. 49) har lagt fram ulike utfordringer ved læreres erfaringer innen modellering i tre hovedområder som handlet om: (1) å bestemme hva som skal gjøres og se på hvilken retning er undervisningen på vei, (2) elevenes involvering, som handler om når læreren forventer at elevene er med, kan elevene bli likegyldige og uinteresserte og (3) elevenes dominans av det matematiske innholdet, hvor læreren forventer at elevene skal kjenne til et gitt matematisk innhold, men elevene viser noe annet. Mye av dette inngår som forarbeid til modelleringsundervisning. I forkant må læreren tenke gjennom hva som skal gjøres og bestemme hvilken retning som er ønskelig å ta, og å faktisk løse noen modelleringsoppgaver selv i forkant. Dette vil gi lærerne



muligheten til å bygge en sterkere forståelse av hva modellering innebærer for elevene. Lærerne må forstå hva fasene i modelleringsprosessen er, ha klart mål og motivasjon for oppgavene i forkant for å bedre kunne involvere elevene og gi dem en bedre opplevelse av temaet (Chan et al., 2015).

Kompetansen til lærerne har mye å si for om elevene klarer å tilegne seg kompetanse, og Galbraith (2012) uttrykker tvil om de som har formulert de offisielle målene for matematisk modellering og modelleringskompetanse er klar over hva som inngår i at lærere skal klare å lykkes med modelleringsundervisning. Lærerne må ha tilgang til mye støtte og hjelp for å klare å tilegne seg kunnskap innen modellering i seg selv og hvordan å legge opp modelleringsundervisning (Galbraith, 2012).

## **2.8 Oppsummering**

Før jeg går videre til metodekapitlet hvor jeg presenterer metodevalg, vil jeg oppsummere det teoretiske rammeverket med å trekke ut noen av de viktigste punktene å ta med videre inn i de resterende delene av studien.

Matematisk modellering er kommet inn som et kjerneelement i den nye læreplanen, LK20, for å knytte matematikkundervisningen nærmere den virkelige verden (Kunnskapsdepartementet, 2017). Modellering kan gjøre det mulig å forstå situasjoner fra virkeligheten, utvikle ulike kompetanser innen matematikk (både innen modellering, men også innen argumentasjon), relatere matematikken til virkeligheten samt at modellering kan øke elevenes interesse for faget og bidra til dybdelæring (Blum, 2015). Lærerens oppgave er å gi elevene de verktøyene og støtten for å klare å tilegne seg en god modelleringskompetanse og slik at de videre kan oppnå mathematical literacy. Tidligere forskning viser at lærere trenger mer støtte og tid for å implementere modellering i egen undervisning, og at lærere ikke har prioritert modellering i egen undervisning fordi det har virket for avansert og tidkrevende (Blum & Ferri, 2009, 2014; Galbraith, 2012).

### 3. Metode

I dette kapitlet redegjøres det for metoden som er benyttet for studiens datainnsamling. Studien baserer seg på å finne ut av problemsstillingen: *Hvordan erfarer og bruker matematikklærere på ungdomsskolen matematisk modellering i egen undervisning?* Problemsstillingen og forskningsspørsmålene jeg satte opp, tilsa at jeg måtte velge en metode og en datainnsamling som ga meg muligheten til å kunne få svar på spørsmålene og komme i dybden for å kunne analysere hvordan lærerne erfarer matematisk modellering. Problemsstillingen krever en forskningsmetode som kan hjelpe med å få en dypere forståelse i lærernes syn på modellering og hvordan de har endret undervisningen etter modelleringens fremtreden i LK20. Studien har en kvalitativ metode og det er brukt semistrukturerte intervju for å innhente data til studien, hvor dette ble valgt for å kunne samle inn et rikere datamateriale som grunnlag for å besvare problemsstillingen og forskningsspørsmålene. Det følger videre en begrunnelse for valg av analyseverktøy, samt forskningsetiske vurderinger etter metodevalget er utdypet.

#### 3.1 Valg av metode

I forkant av intervjuene har det essensielt å legge ned et omfattende forarbeid med studering av teori på modellering, samt å oppdatere meg på tidligere forskning innen matematisk modellering. Det har vært viktig å få en oversikt over modelleringsbegrepet og studier som er gjennomført innen modelleringsundervisning og forskning, for å kunne velge ut en problemsstilling og metode til å undersøke innen temaet.

Det finnes flere inndelinger innen vitenskapelige metoder, og det kan ofte skilles mellom to tilnærminger; eksplorerende og konfirmerende (Høgheim, 2020). *Eksplorerende forskning* handler om å utforske noe, hvor målet kan være å finne et mønster i informasjonen som kommer inn fra datainnsamlingen. Denne informasjonen kan brukes til å trekke noen slutninger om hvordan et fenomen er. I denne metoden forskes det ofte på fenomener som er lite undersøkt. *Konfirmerende forskning* handler om å teste noe, hvor målet er å teste antakelser i en teori ved å utforske hypoteser (Høgheim, 2020). I denne studien var målet å utforske modellering i et lærerperspektiv og deretter se om det var mulig å trekke noen slutninger fra informantenes utsagn, og det ble derfor valgt eksplorerende forskning som metode.

I studiens forskningsspørsmål og problemsstilling, ønsket jeg å få et innblikk i og forstå hvordan lærerne ser på, erfarer og bruker modellering, og det ville derfor være hensiktsmessig å være nærmest mulig deltakerne for å kunne få dybde i svarene. Kvalitativ metode ble valgt nettopp fordi metoden

sikter seg inn på å fange opp meninger og opplevelsen av fenomenet som studeres, hvor resultatet ikke skal måles i tall (Dalland, 2017). Problemsstillingen krever resultater i form av meninger og utsagn for å finne ut hvordan lærere bruker og erfarer modellering i undervisning, og ikke i form av tall fra en kvantitativ forskning. Kjennetegn ved slike studier er at det er i større grad (enn i kvantitativ metode) mulig å ta hensyn til ny kunnskap, samt lære ny kunnskap underveis i prosessen (Dalland, 2017). Metoden gjør det mulig å komme dypere inn i informantenes tanker, fordi datainnsamlingen skjer i direkte kontakt med feltet og tar sikte på å få fram en sammenheng og helhet. Fremstillingen gjør det mulig å utforske og formidle forståelse, samt å kunne sette seg inn i informantenes tolkninger og videreformidle disse (Dalland, 2017).

Den kvalitative forskningsmetoden er inspirert av en fenomenologisk filosofi (Kvale & Brinkmann, 2015). Fenomenologisk forskning er når det beskrives fellestrekk ved et gitt fenomen for en gruppe mennesker basert på deres opplevelser og erfaringer. Det handler om å forstå og finne essensen i fenomenene ut fra aktørenes egne perspektiver og deretter beskrive verden slik informantene opplever den (Høgheim, 2020). Valget falt raskt på kvalitativ metode for å ha en metode som kunne gå i dybden i læreres forståelse av matematisk modellering, og for å få mye informasjon fra et relativt lite utvalg for å kunne karakterisere og se etter sammenhenger i resultatene (Kvale & Brinkmann, 2015). Det finnes ulike måter å undersøke i en kvalitativ forskningsmetode, deriblant tekster, forskningsintervju og observasjon (Høgheim, 2020). Valget falt på å bruke forskningsintervju med fenomenologisk design for å undersøke problemsstilling, fordi forskningsintervju ligger tett opp mot dagliglivets samtaler. Semistrukturert livsverdensintervju er en retning innenfor kvalitativ forskningsmetode og kanskje det som, rent metodisk sett, er mest forbundet med fenomenologisk undersøkelse og er derfor den typen intervju som er valgt for studien (Høgheim, 2020). Metoden gir tilgang til menneskers grunnleggende opplevelser av livsverdenen deres, hvor målet er å innhente informantens egen beskrivelser som videre skal tolkes og analyseres for å forstå betydningen det har for informanten og feltet (Kvale & Brinkmann, 2015). Metodevalget gjør det mulig at lærerne styrer samtalen, og får trukket fram det de ønsker selv å vektlegge. Problemsstillingen i studien er åpen, og på forhånd var det ikke tenkt ut hvilken retning resultatet skulle ende i. Semistrukturerte intervju er en god metode for studien, fordi den åpner opp for flere synspunkter og hvert av intervjuene kan bli ulike etter hva lærerne forteller.

Fenomenologiske studier kjennetegnes ved at det ofte kun gjennomføres et intervju med hver av forskningsdeltakerne (Postholm & Jensen, 2018). For å strukturere intervjuforløpet ble det i forkant utarbeidet en intervjuguide, og innenfor semistrukturerte intervju er det naturlig at intervjuguiden inneholder en oversikt over emner som skal dekkes, og noen forslag til spørsmål (Kvale & Brink-

mann, 2015). Det varierer fra studie til studie på hvilken måte intervjuene må ha en streng rekkefølge av spørsmål og type spørsmål, eller om det er mulig å ha en løsere plan. Intervjuguiden er utdypet videre etter utvalget og intervjuprosessen er beskrevet.

### **3.2 Utvalg**

Studiens tema gjorde det aktuelt med informanter som kan tilføre relevant data for problemsstilling og valget falt dermed på lærere som underviser i matematikk på 8. – 10. trinn. Intervjupersonene i studien er matematikklærere fra ungdomsskoler i Sør-Norge og de ble rekruttert etter å ha først kontaktet rektor ved ulike ungdomsskoler, for å videre sende ut invitasjon pr epost til matematikklærere ved disse skolene. Dalland (2017) beskriver at det kan være nok med en god samtale med få personer for å få innsikt i emnet som intervjues, og det er lurt å starte med et lite antall, slik at dybden i intervjuene opprettholdes. Valget falt dermed på fire lærere som underviser matematikk på ungdomstrinnet. Kriteriene for å bli med i studien var at lærerne underviste i matematikk skoleåret 21/22 og hadde den nødvendige mengden studiepoeng i faget (60stp, Meld. St. 28 (2015-2016), s. 73). Det ble ikke notert ned antall studiepoeng i matematikk utover de nødvendige, eller ikke hvor mange års erfaring lærerne har fordi det ikke er relevant for problemsstillingen. Det er gjort en avgrensning til å kun ha lærere fra ungdomstrinnet, fordi det et større fokus på modellering i kompetansemålene i læreplanen etter 8., 9. og 10. trinn enn etter barnetrinnene (Kunnskapsdepartementet, 2019).

### **3.3 Intervjuprosessen**

Semistrukturerte intervju kjennetegnes av at det i forkant settes opp tema og forslag til spørsmål som kan stilles i intervjuet, men en essensiell faktor er at man er ikke bundet til å stille de samme spørsmålene eller bruke samme rekkefølge gjennom de ulike intervjuene (Kvale & Brinkmann, 2015). Intervjuene som gjennomføres kan dermed arte seg ulikt, alt etter hva intervjudeltakerne forteller og beskriver. I denne studien var det ønskelig å gjennomføre semistrukturerte intervju for å få mer rom for fleksibilitet og kunne justere spørsmålene underveis i intervjuene etter informantens svar. Målet var å kunne fange opp personlige tolkninger, erfaringer og deres egne bruk av studiens tema, modellering i matematikkundervisning. Flexibiliteten i det semistrukturerte intervjuet gjorde det mulig å få et mer omfattende bilde av emnet. Eksemplene og synspunktene til informantene styrte samtalen, og jeg fikk innsikt i de tankene informantene hadde rundt emnet.

To av intervjuene ble gjennomført fysisk på et møterom ved skolene og to av intervjuene ble gjennomført over Teams, grunnet covid-19. Informantene fikk beskjed at det var ingen nødvendighet

å forberede seg til intervjuet, og det ble i forkant kun gitt ut en samtykkeerklæring, hvor det var presentert en kort informasjonstekst om studien og dens problemsstilling (vedlegg #2 – Samtykkeerklæring). Intervjuene varte mellom 30 min og 60 min hvor det ble tatt lydopptak med appen Audacity, og som reservekopi ble Teams' egne opptaksfunksjon brukt. Fordelen med lydopptak var at jeg kunne ha fullt fokus på intervjuet og det som ble sagt. Jeg fikk også muligheten til å stille gode oppfølgingsspørsmål ut ifra det som ble sagt, for å virkelig komme i dybden og være en del av intervjuet. Ulempen med lydopptak er at andre aspekter, som kroppsspråk og ansiktsuttrykk, ikke kommer fram i ettertid og kan dermed falle bort når analysen og transkriberingen starter (Høgheim, 2020).

### **3.4 Studiens avgrensninger**

Etter å ha undersøkt tidligere forskning og litteratur på tema matematisk modellering i skolen, kommer det fram flest studier som har forsket på elevenes læring og opplevelse av modellering i undervisning, uten et stort fokus på lærerens rolle i modelleringsprosessen og innlæringen (Barbosa, 2006; Blomhøj, 2003, 2006; English & Watters, 2005). Læreren spiller en viktig rolle for å lære elevene modelleringsarbeid (Thomas & Hart, 2013) og det er derfor valgt ut fire matematikklærere fra ungdomsskolen som utgjør resultatene i studien. Det er valgt bort å se på elevenes opplevelse eller erfaring med emnet, for å heller jobbe med å komme dypere i lærernes tolkninger og erfaringer. Det er ikke forsket på lærernes kunnskap og kompetanse, kun forsket på erfaringene deres med temaet.

### **3.5 Intervjuguide**

Målet i denne studien har vært å se på læreres tolkninger og erfaringer, og det ble naturlig å sette opp noen forskningsspørsmål og lage en enkel intervjuguide ut ifra disse. I forkant av intervjuene ble det satt opp punkter som måtte være med i intervjuet og tips til oppfølgingsspørsmål jeg kunne stille hvis det ble nødvendig. Det ble tatt et valg om å bruke begreper fra LK20, eksempelvis matematisk modell, modellering og kjerneelementer, for å få fram hvordan lærerne tolket læreplanen og brukte begrepene i samtalen. Kvale og Brinkmann (2015) utdyper at intervjueren bør i minst mulig grad påvirke informanten, og jeg valgte derfor å bruke ordene fra læreplanen som basis og kunne da høre hvordan de tolket og brukte begrepene, uten å gi noe indikasjon om det stemte med egen tolkning og læreplanens tolkning. Det ble gjort for kunne få fram likhetene eller ulikhetene mellom deres egne definisjon og denne. Et eksempel fra intervjuguiden er spørsmålet: *Hvordan tolker du modellering som begrep?* Spørsmålet er det første spørsmålet som ble stilt i alle intervjuene. Spørsmålet la til rette for at lærerne kunne komme med sin egen definisjon på begrepet, og forklarte hvordan de opplevde og definerte det. I forkant hadde jeg skrevet ned formulering fra LK20 av matematiske modeller, som

er «en beskrivelse av verden» (Kunnskapsdepartementet, 2019), og etter lærerne hadde fått definert modellering på sin egen måte ble det spurt om hva de tenker om definisjonen av modellering i læreplanen, i en naturlig del av intervjuet. Det kommer fram i analysen og diskusjonen videre i studien.

Det ble også, som nevnt, skrevet opp tips til oppfølgings- og inngående spørsmål i forkant. Eksempler på disse var: *Kan du utdype dette? Hva mener du med ...? Fortell en situasjon der ... Har du flere eksempler på dette?* Disse spørsmålene ble skrevet opp som et hjelpemiddel for å holde fokus i intervjuene, samt å få tips til å få lærerne til å utdype det som ble sagt (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 171). Dersom jeg ble usikker på hva intervjupersonene mente, så hadde jeg disse å støtte meg på. Intervjuguiden ligger vedlagt i vedlegg #1.

### **3.6    Forskningsetiske vurderinger**

Når det forskes i en kvalitativ studie er det en nærhet til forskningsdeltakerne, og da er det flere etiske betraktninger å ta hensyn til (Kvale & Brinkmann, 2015). Under personopplysningsloven faller forskningsprosjekter som behandler personopplysninger inn, og ettersom studien er en del av Universitetet i Sørøst-Norge som har avtale med Norsk Senter for Forskningsdata (videre, nevnt som NSD) er studien meldepliktig (NSD, u.å.). I forkant av datainnsamlingen ble en skrevet en søknad med informasjon rundt prosjektet, intervjuguide (vedlegg #1) og samtykkeerklæring (vedlegg #2) som ble sendt til NSD. Dette ble gjort fordi lydopptak er betegnet som en personopplysning, hvilket gjorde at det var krav om skriftlig samtykke (NSD, u.å.). Studien ble godkjent av NSD og intervjuprosessen kunne da starte. Godkjennelsen fra NSD ligger som vedlegg #3 til studien.

Invitasjonen til lærere ble sendt til rektor ved ulike ungdomsskoler hvor det lå vedlagt en kort presentasjon av meg og prosjektet, samt en samtykkeerklæring for deltakelse hvor hensikten med intervjuene og masteroppgaven var beskrevet. Bekreftelsen på deltakelsen i studien fra lærerne ble registrert ved at de svarte på eposten, og deretter signerte samtykkeerklæringen. Samtykkeerklæringen inneholdt informasjon som spesifiserte at deltakelsen er frivillig og at det var mulig å trekke seg fra studien når som helst, uten å oppgi grunn. Det ble også informert om lydopptak og at all informasjon fra intervjuene ble anonymisert i studien. I samtykkeskjema ble det oppgitt kontaktinformasjon til meg, min veileder, NSD og USN sitt personvernombud dersom informantene hadde noen spørsmål. Lydopptakene ble anonymisert fortløpende under transkriberingen, informantene ble gitt fiktive navn og alt ble lagret på en ekstern harddisk. Det har kun vært meg som har hatt full tilgang til datamateriale, veileder har kun sett datamateriale ved behov. I

samtykkeerklæringen ble det gitt informasjon om at alle lydopptak og datamateriale slettes i sin helhet seks uker etter innleveringsfristen, forbeholdt at oppgaven blir godkjent av sensor.

### **3.7 Transkripsjon av lydopptak**

Transkripsjonsprosessen ble satt i gang fortløpende etter intervjuene. Lydopptakene er transkribert i Microsoft Word. Det første som ble gjort var å skrive ned alt fra intervjuene i sin helhet med mine stilte spørsmål og informantenes svar som egne avsnitt. Intervjuene ble transkribert ord for ord, hvor gjentakelser samt bruk av varianter av «eh» og «mhm» ble inkludert i første utkastet. Transkriberingen ble brukt som et verktøy for å gjøre et grundigere analytisk arbeid, og for å strukturere materialet (Kvale & Brinkmann, 2015). Transkripsjonen ble gjennomgått for å fjerne ord som «eh», «mhm» og lignende, og ryddet opp fordi målet med transkripsjonen var å gi en mer lettlest utgivelse av intervjupersonenes erfaringer.

### **3.8 Analyse**

Etter intervjuene var transkribert, startet prosessen med analysen. For å analysere datamaterialet ble en forenklet variant av Grounded Theory brukt. Grounded Theory er en analytisk metode for å dra ut ulike aspekter, som erfaringer og holdninger, fra kvalitative data (Charmaz, 2003). Metoden legger til rette for at man kan forsøke å utvikle en teori som kan forklare et fenomen, i stedet for å teste ulike hypoteser som tar utgangspunkt i teoretisk antagelse (Corbin & Strauss, 1990, sitert i Kvale & Brinkmann, 2015, s. 226). Grounded Theory bruker svært konkrete og systematiske prosedyrer for å analysere datasett fra intervjuer og passer godt til kvalitative data. En forenklet variant av metoden ble brukt, på samme måte som i doktorgradsavhandlingen til Nielsen (2012, s. 27) fordi en ekte bruk av metoden ville vært svært tidskrevende for omfanget i denne studien. Analyseverktøyet bruker en tre-steps kodeordning, hvor man starter med linje-for-linje koding, deretter gjennomfører en fokusert koding før datamateriale skal kategoriseres (Charmaz, 2003). Forskjellen på koding og kategorisering, er at koding er når det knyttes et eller flere nøkkelord til en tekst-seksjon for å senere identifisere uttalelsen, og kategorisering er en mer systematisk begrepsdannelse for kunne kvantifisere dataene videre (Høgheim, 2020). Koding er en viktig del av Grounded Theory-tilnærmingen og åpen koding er «den prosessen der man bryter ned, undersøker, sammenligner, konseptualiserer og kategoriserer data» (Corbin & Strauss, 1990, sitert i Kvale & Brinkmann, 2015, s. 226).

Det ble brukt mye tid på å utvikle kategoriene og finne ut hva som var en kategori og ikke. En del av utsagnene var mer utfordrende å kode og kategorisere fordi de ikke kunne relateres til kategoriene,

og ble notert som ikke-definert. Analysen er basert på informantenes utsagn som kunne relateres til problemsstillingen og forskningsspørsmålene, andre utsagn som var irrelevante for studiens formål ble ikke kategorisert eller tatt med i analysen. Hver eneste setning fra intervjuene ble merket med en farge hvor jeg lagde en midlertidig kode, eksempelvis ble setninger som handler om at lærerne sa de måtte arbeide mer med den nye læreplanen for å utvikle egen kunnskap og undervisning, markert i rødt etter første gjennomgang. Dette ble gjort i en *linje-for-linje-koding* for å se om noen setninger handlet om det samme. Fargene ble skrevet ned med ulike navn og etter første runde gjennom de fire intervjuene landet det på 26 ulike koder. Arbeidet ble gjort systematisk og nøye ved å lese setning for setning og hvor jeg brukte tid på å høre sammenheng med de tidligere setningene for å vite om de hørte sammen eller ikke, og se utsagnene opp mot problemsstillingen for å se hva som var relevant. Dette ble gjort også for å se om noen av de midlertidige «start-kodene» hadde samme betydning, som tok meg videre inn i steget *fokusert koding* (Corbin & Strauss, 1990, sitert i Kvale & Brinkmann, 2015, s. 227). I steget fokusert koding gikk analysen til et mer teoretisk nivå, hvor jeg så om noen av de 26 kodene fra starten kunne slås sammen ved at de hadde en teoretisk sammenheng. Etter et omfattende arbeid med gjennomgang av transkripsjonene og start-kodene, ble jeg sittende igjen med ti koder. Siste delen av kodeordningen i Grounded Theory er å lage *kategoriene* som presenteres i studien, og for å lage disse brukte jeg et utvalg av spørsmål fra Charmaz (2003, s. 230-231) for å avdekke om koden var en kategori eller ikke. Spørsmålene jeg valgte ut var:

- Når oppsto kategorien?
- Hva inneholdt den?
- Hva betydde den egentlig og hva influerte den?
- Hvem var den i relasjon til og hvordan?
- Hvordan belyste den lærernes opplevelser til temaet?

Etter å ha kodet resultatene, endte jeg opp med tre kategorier. Kategoriene oppsto etter alle kodene var satt sammen for å finne de som inneholdt samme tema og hadde en relasjon til hverandre. Jeg var lenge i prosessen med å velge ut de siste kategoriene. Kategoriene blir presentert i resultat-kapitlet.

### **3.9 Reliabilitet og validitet**

For å styrke reliabiliteten til studien var forarbeidet til intervjuene helt essensielt, slik at resultatene ville ende opp med å være pålitelige og troverdige. Reliabilitet kommer inn under selve intervjuene, i transkribering og i analysen (Kvale & Brinkmann, 2015).



Resultatene mine er påvirket av at jeg er en forsker med lite erfaring. Min uerfarenhet er med på å prege alle ledd i prosessen, fra utforming av forskningsspørsmål og intervjuguide, til gjennomføring av intervju, transkripsjon, analyse og diskutering av funn. For å sikre reliabiliteten i størst mulig grad har forarbeidet vært helt essensielt. Hvis vi ser på intervjuene, er ledende spørsmål et tema som går igjen når det handler om reliabiliteten og kvaliteten på intervjuer. Ledende spørsmål kan både styrke og svekke reliabiliteten til en studie, ved at det kan brukes som en måte å styrke intervjuerens fortolkninger og få fram essensen i resultatene underveis i intervjuforløpet. På en annen side kan det være med på å styre svarene i intervjuet i en forutbestemt retning. I forberedelsene til intervjuene var målet å la informantene snakket fritt og la de styre samtalen, slik at jeg ikke påvirket dem til å si noe eller å ikke si noe. Jeg ønsket å være en intervjuer som passer inn under intervjukvalifikasjonene til Kvale og Brinkmann (2015). De legger fram kvalifikasjoner som kunnskapsrik, strukturerende, klar, vennlig, følsom, åpen, styrende, kritisk, erindrende og tolkende som et utgangspunkt i fenomenologiske livsverdensintervjuer, for å styrke troverdigheten i resultatene (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 195-196). Jeg hadde satt meg inn i intervjustrukturen og valgte semistrukturerte intervju som metode fordi jeg ikke ønsket å sette opp for mange spørsmål i forkant, som et strukturert intervju, slik at intervjuet heller ble mer dynamisk og fulgte etter det informantene fortalte. Et mer strukturert intervju kunne gjort at jeg hadde droppet å følge noen uttalelser for det ikke lignet på det jeg hadde sett for meg, som kunne svekket reliabiliteten til resultatene.

Analysen med koding og kategorisering ble foretatt i flere runder og gjentatt mange ganger. Dette for å sikre en tydelig koding, og derav øke troverdigheten til studien og resultatene. Silverman (2013, sitert i Høgheim, 2020, s. 216) presenterer begrepet *konstant kodesammenligning* som en måte å styrke reliabiliteten til forskning, hvor det konstant gjennomføres sammenligninger av de nye koder med dem som allerede er dukket opp. Denne metoden kan knyttes til spørsmålene som ble stilt til hver av kategoriene som har styrket reliabiliteten i resultatene, ved at de er nøye gjennomgått og sammenlignet for å få kategorier som kan gi en mest mulig korrekt beskrivelse av resultatene. Strukturen i Grounded Theory har klare krav til hva som kan være en kategori og ikke, som hjelper med reliabiliteten til studiene.

Bruken av to digitale opptak var i hovedsak ment som å ha en reservekopi i tilfelle den ene ikke skulle bli lagret eller ble slettet, men det har medført at alt som ble sagt på intervjuene ble med, fordi når den ene ikke fanget opp en del, så hadde den andre fanget opp disse.

Validitet handler om det som ble målt var det som var planlagt at skulle bli målt (Høgheim, 2020), hvor troverdighet, relevans og overføringsverdi er viktige begreper å ha med i prosessen (Kvale & Brinkmann, 2015). Studiens validitet er preget av at det ble det gjennomført et omfattende forarbeid,

før i det hele tatt intervjuguiden ble laget. Jeg skaffet meg en oversikt over teori innenfor matematisk modellering, utviklingen av LK20, i tillegg til å få en oversikt over tidligere forskning på emnet. For å formulere spørsmål til intervjuguiden, ble det helt nødvendig å avgrense og avklare hva som faktisk skulle undersøkes, med tanke på problemsstillingen. Metodevalget er med på å styrke validiteten til studien. Forskningsintervjuer prøver å forstå verden sett fra informantenes side, og semistrukturerte intervju er en god måte å undersøke det fenomenet, som er ment å undersøkes i denne studien (Kvale & Brinkmann, 2015). Metoden gjør det mulig å komme i dybden og lar informantene snakke fritt, innenfor en gitt ramme.

Et naturlig spørsmål i prosessen av å validere studien, kan være om resultatene er generaliserbare innen emnet og å se på studiens ytre validitet (Høgheim, 2020). Studien legger ikke til rette for å produsere kunnskap og resultater som kan generaliseres. For at den skulle vært generaliserbar, måtte det ha kommet en antakelse om at resultatene i studien er universelle og gyldige til alle tidspunkter og stender, for alle mennesker – alltid. Det er ikke denne studiens mål. Resultatene kan fremdeles ha en betydning i feltet, og det kan være mulig å definere et fenomen som er målet i eksplorerende forskning.

## 4. Resultater

I dette kapitlet presenteres resultatene fra analysen. Jeg har delt inn resultatkapitlet i tre deler som henger sammen med kategoriene fra analysen. Analysen resulterte i tre kategorier: (1) modellering: en tidkrevende prosess, (2) undervisningen: mer variert og (3) målet: kobling til virkeligheten. Den første kategorien handler om hvordan lærernes opplevelse av modellering var at det er en tidkrevende prosess og at det kreves enda mye arbeid for å få det helt inn under huden. Lærerne fortalte at de selv må arbeide med å utvikle egen praksis, og at elevene deres mangler redskaper og kompetanse for å klare å drive modelleringsarbeid på egen hånd. Den andre kategorien tar for seg arbeidet med modellering i undervisning, og har spesielt fokus på hvordan lærerne opplever modellering som et verktøy for å variere undervisningen. Lærerne fortalte hvordan de opplever at elevene tar imot og jobber med modelleringsoppgaver, og de er svært positive til dette. Den tredje kategorien handler om hvordan lærerne opplever at modellering kan være et redskap for å gjøre matematikkfaget mer praksisnært og relevant, og vise elevene hvordan modellering kan gi innblikk i hva rollen til matematikk er i den virkelige verden. Påstander og antakelser i kapitlet er trukket ut ifra lærernes utsagn og lærerne har fått fiktive navn for å bevare deres anonymitet; Kaja, Bente, Ingrid og Lise.

### 4.1 Kategori 1 – modellering: en tidkrevende prosess

Modellering er ifølge lærerne mer enn tradisjonelle regneoppgaver, og setter krav til elevene at de må arbeide mer praktisk og problemløsende. For at elevene skal klare å drive modelleringsarbeid er det viktig for lærere at de er trygge i eget arbeid. Lærerne uttrykte at det er en tidkrevende prosess å lage og gjennomføre godt modelleringsarbeid, og opplevde det som ikke nok tid i skolehverdagen til at de er kommet dit at modelleringsoppgaver går på automatikk. Modelleringsbegrepet er svært fremtredende i læreplanen, og lærerne opplevde heller ikke å ha fått nok hjelp å få i hvordan å tolke begrepet og bruke det i egen undervisning. Første spørsmålet i hvert av intervjuene var om lærerne kunne fortelle hvordan de tolker begrepet modellering. To av lærerne, Lise og Kaja, opplevde det som vanskelig å definere begrepet konkret.

«Det er kommet mange nye begrep i læreplanen, sånn at jeg ikke har fått det [modellering] helt under huden enda.» *Lise*

—

«Jeg synes det er vanskelig å forklare hva modellering egentlig er, for jeg synes kanskje det henger sammen med det å generalisere også. Generalisere og modellere – jeg har ikke helt skilt de begrepene fra hverandre enda.» *Kaja*

Både Lise og Kaja forklarte det som vanskelig å komme fram til en konkret definisjon, og brukte mange ulike begrep for å definere modellering. De brukte ord som generalisering, modellering og strukturering. Begge uttrykte tid som en viktig faktor for at begrepet føles ukjent og fortalte at implementeringen av læreplanen ikke har gått som planlagt grunnet mengden av nye begrep og pandemien som har vært de siste årene. To av lærerne hadde en mer konkret definisjon av modelleringsbegrepet:

«Det jeg tenker om modellering i matematikk er at elevene får oppgaver hvor de løser noe praktisk eller et problem hvor de må bruke matematikk for å løse det.» *Ingrid*

—

«Jeg forstår det som en måte å representere virkeligheten på, at man lager en matematisk modell hvor man prøver å ta alt av informasjon og rydde det inn på en systematisk og skjematisk måte, og at elevene klarer å ta noen analyser ut ifra det.» *Bente*

Begge tolkningene har likhetstrekk ved at de begge fortalte de hadde fokus på å bruke praktiske problemer og representering av virkeligheten, ved bruk av matematikk. Hovedtyngden i forklaringene deres ble lagt på praktiske oppgaver hvor lærerne har lagt opp til modelleringsoppgaver hvor elevene må finne ut av informasjon på egen hånd. Begge lærerne definerte praktiske oppgaver eller problemer ved at de er virkelighetsnære og mulige å relatere til for elevene (Kategori 3). Ingrid uttrykte en usikkerhet rundt det å definere begrepet helt konkret, og henviste ofte til løsning av praktiske problemer, og understrekte at tidsaspektet gjør at hun ikke følte seg tryggere på begrepet.

Eksamensforslaget til Utdanningsdirektoratet (fig. 2) viser en oppgave innen modellering og anvendelse som lærere ble spurt hva de tenker om. Tre av lærerne fortalte at elevene deres ikke har den kompetansen eller de redskapene som krever for å løse en slik oppgave. Inngangsporten er lav og det meste godtas i løsningsforslaget, men ifølge lærerne vil den føles veldig høy for elevene fordi det brukes ord elevene ikke er vant med å høre i undervisningen. Det er for tidlig å presentere begrepene for elevene fortalte lærerne, fordi de må først få tid til å endre sin egen praksis.

«Vi har snakket om det på teamet, og vi ser per nå at elevene våre ikke hadde klart å svare på slike oppgaver, sånn for å være helt ærlig ...» *Ingrid*

—

«Når elevene ser oppgaveteksten kommer de til å få helt sjokk og ikke vite hvor de skal begynne.» *Lise*

–

«Det tar tid å omstille seg og finne gode eksempler, og det er jo ikke slik at vi skal bruke lærebøkene hele tiden, men lærebøkene er jo heller ikke der.» *Kaja*

I fokuset på begrepsbruk i læreplanen og oppgaver, uttrykte Lise og Ingrid hvordan de tror det kan være en fallgrube hvor elevene som ligger etter og strever med matematikk kan falle enda lengre bak og uttrykte en fare for at disse mister all motivasjon. Det formelle fagspråket har stort fokus i ny læreplan og i ungdomsskolen, og lærerne anser det som en frustrasjon at det har så stort fokus. De forteller at det blir for mange begreper for mange av elevene, som gjør at de raskere faller av lasset. Det krever mye arbeid og stort fokus på slike oppgaver for å gjøre elevene vant med oppgavetyperne, og lærerne fortalte at den tiden ikke er der.

Det å bruke forklaringer som «å modellere» eller si «nå modellerer vi» i undervisningen føler lærerne blir kunstig. De er selv ikke blitt fortrolige med å bruke begrepene i verken planleggingen eller i undervisningen, og de fortalte de ikke er vant med å tenke over at de skal bruke modellering som metode eller tema enda. Det viste seg at alle fire lærerne i studien er enige i at eksamensforslag-oppgaven (fig. 2) med en slik formulering er for tidlig å presentere for elevene. En lærer fortalte at elevene hennes ikke hadde fått til noe på oppgaven slik hun ser det nå, men at hun har troen på at de skal få til det før mai og eksamenstid.

«Vi lærer de [elevene] ikke opp til eksamen, men vi vet jo når det er mer modellering på eksamen så må de være vant til slike oppgaver før de sitter på eksamen.» *Bente*

Ingrid fortalte at hun tror elevene hennes har kunnskapen de trenger for å få til slike oppgaver, men at formuleringen av oppgaven er det som ødelegger for elevene. Elevene er ikke vant med at oppgavene er formulert på en slik åpen måte og hun fortalte at hun selv kommer til å lage lignende oppgaver til elevene i fremtiden. Lærerne var alle enige i at eksamensforslaget kom for tidlig med tanke på implementeringen, men at det kan hjelpe med å variere og endre matematikkundervisningen (Kategori 2).

For å få til at elevene skal arbeide effektivt med modelleringsoppgaver har lærerne beskrevet noen egenskaper som elevene bør ha. De fortalte viktigheten av å være nysgjerrig og ha et ønske om å lære noe nytt, hvor dette er redskaper og ferdigheter lærerne selv må lære elevene. Alle fikk spørsmål om hvordan de skal klare å lære elevene å drive med slike modelleringsoppgaver, og flere nevnte at de planla å lage et begrepskart slik at elevene får en oversikt over hva de ulike kjerneelementene innebærer, samt gir noen eksempler på hva det kan være og hvordan elevene går fram i oppgaver som

bruker begreper som modellering, anvendelse, generalisering osv. Alle fortalte at det er viktig å ha fokus på begrepene og at det kommer til å ta tid, men de tror elevene sitter igjen med mer om de faktisk bruker tid på det.

I forbindelse med usikkerheten rundt begrepsdefinisjonen som lærerne uttrykte, fikk de spørsmål rundt kursing og i hvilken grad de har fått hjelp til å forstå nye begrep i læreplan og hvordan arbeidet har vært med denne. Her var det tenkt på hjelp fra eksempelvis skolen, skoleeier, Utdanningsdirektoratet osv. Her var lærerne synkrone i svarene og fortalte at det har vært lite til ingen kursing spesifikt på fag. En av lærerne (Kari) fortalte at skolen hadde fokus på ny læreplan, tolkning av den og de nye kompetansemålene, for to år siden, men hadde ikke hatt noe i nyere tid. De tre andre lærerne hadde ikke hatt noe kurs innenfor de nye læreplanene i fag, i regi av skolen. I arbeidet med ny læreplan hadde skolene til disse lærerne kun hatt fokus på overordnet del.

«På kommunalt nivå har ikke nært noe hjelp eller kurs å få. Det har vært opp til hver enkelt faglærer og skolen selv å sette seg inn i det oppdaterte læreplanverket.» *Lise*

—

«Vi har ikke hatt noe kurs, det har vi ikke i det hele tatt. Men vi har nå tatt tak i det til skoleeier og sagt ifra at det trengs, så det er omsider på gang.» *Kaja*

En av lærerne fortalte at fagseksjonen på skolen selv hadde tatt initiativ til å spørre etter mer hjelp i arbeidet med fagfornyelsen. Hun fortalte det ikke har vært fokus på det, med etter eksamensforslaget (fig. 2) ble publisert ble det fort tydelig at det var mye jobb som kreves for lærerne før elevene deres kan klare å begi seg ut på slike oppgaver på egen hånd. Derfor hadde de nå spurt om hjelp.

Lærerne understrekte at gode kollegaer er et viktig punkt i arbeidet med ny læreplan, og fortalte det hadde vært svært utfordrende uten kollegaer. Flere av lærerne fortalte at det er god delingskultur på skolen de jobber på og i fagseksjonen, og at det har vært helt essensielt i arbeidet med ny læreplan og nye begreper.

#### **4.2 Kategori 2 – undervisningen: mer variert**

Lærerne har i arbeidet med implementering av ny læreplan og begreper, sett seg nødt til å bli mer kreative i undervisningen ved å tenke nytt, praktisk og gjøre matematikken mer virkelighetsnær for elevene. De har alle endret egen praksis, finne nye eksempler og oppgaver å gi elevene. Lærerne fortalte at modelleringsoppgaver gjør undervisningen mer variert i motsetning til mer tradisjonell undervisning.

«Vi kjørte en oppgave som handlet om en lærer på skolen som vurderte om hun skulle slutte i jobben og bli influenser. Elevene fikk en noen tall på hva en person kan tjene på ulike sosiale medier, og fikk spørsmålet om hun bør slutte i jobben sin.» *Bente*

Hun fortalte videre at elevene ble veldig engasjerte i oppgaven. De undersøkte priser og søkte på internett etter hvordan læreren kunne gå fram for å få flere følgere på sosiale medier, slik at hun tjente mer penger, og la fram løsningene sine i en presentasjon som konkluderte om hun burde slutte i jobben sin eller ikke. Læreren (Bente) fortalte videre at hun oppfattet det som at elevene likte å jobbe med en oppgave uten en gitt fremgangsmåte eller kun en rett løsning, og erfarte at elever som ikke vanligvis blir trigget og syntes matematikkoppgaver ofte er tyngre, ble trigget og veldig engasjerte.

Flere av lærerne har gjennomført praktiske oppgaver, hvor elevene ble involvert med praktiske eksempler hvor de hadde fysiske objekter i undervisningen. De erfarte at elevene likte slike oppgaver og at de satte pris på variasjonen. En lærer, Ingrid, fortalte at elevene fikk i repetisjonsarbeid om Pytagoras' læresetning utdelt en boks hvor en edderkopp skulle kripe på kryss. Oppgaven gikk ut på å regne ut hvor lang stien til edderkoppene var, uten å bruke måleverktøy. Elevene fikk ikke beskjed om å bruke noe spesifikk fremgangsmåte eller formel, fordi målet var at de skulle se nytten av Pytagoras' læresetning. I starten av arbeidet med oppgaven var elevene, ifølge læreren, rådville og syntes det var veldig vanskelig å finne ut av, men etter hvert snudde trenden når elevene oppdaget at de klarte å regne ut lengden på stien, nettopp fordi de hadde verktøyene de trengte med Pytagoras' læresetning. Denne ene oppgaven brukte hun en hel skoletime på.

«Man kan kanskje spørre, hva sitter elevene igjen med? Jeg tror de sitter igjen med mer enn hvis de bare skulle løst mange repetisjonsoppgaver på temaet. Det høres kanskje banalt ut, men jeg opplever at det fungerer for elevene å jobbe mer praktisk og at de får visualisert matematikken mer.» *Ingrid*

Erfaringen til Ingrid var at ved å variere undervisningstimen og oppgavene som ble gitt, fikk elevene selv erfare at de forsto meningen med matematikken (Kategori 3). Alle lærerne nevnte at de hadde brukt modellering til å variere undervisning innen ulike tema som eksempelvis algebra, funksjoner, volum, areal og de gjennomførte ofte åpne oppgaver med ulike tema. Lærerne fortalte at de erfarte at elevene jobbet godt med slike åpne og variert opplegg. En av lærerne (Bente) fortalte at ved skolen hennes hadde en årlig oppgave på 10. trinn som de kaller studentoppgaven. Den innebærer at elevene får vite hva studentlånet er på i måneden og må sette opp regnskap og budsjett for å finne ut hva hvordan de ville levd. Elevene ser på husleie, strømgifter og matutgifter, hvor de må undersøke hva

mat koster og se hvor mye penger som er igjen av lånet. Elevene må bruke matematikk til å løse en situasjon fra den virkelige verden (Kategori 3). Bente fortalte:

«Jeg hadde en gruppe på 10. trinn, hvor mange av elevene var veldig demotiverte, hvor vi begynte å snakke om studentoppgaven. Vi snakket om studier, stipend og plutselig ser jeg at den ene eleven sitter i telefonen. Og det visste seg at eleven måtte bare ringe kompisen sin og høre hvor mye kompisen fikk i stipend og få vite hva det egentlig var. Eleven ble kjempeivrig og jobbet iherdig med oppgaven. Da kjente jeg at jeg traff noe hos eleven, for da ble eleven veldig interessert i hva stipend var, for det hadde eleven aldri helt skjønt. Plutselig var matematikken veldig relevant for eleven og ville gjerne finne ut mer, og det synes jeg var veldig fint. At ikke all informasjon bare blir servert, men at elevene får en gnist ved å finne ut av det selv og ønsker å finne ut av det selv.» *Bente*

Eleven i eksempelet hennes var en elev som sjeldent var interessert i matematikkoppgaver og hun synes det var artig at eleven ble så engasjert. Bente fortalte at slike erfaringer løfter motivasjonen hennes mot å variere undervisningen i større grad, fordi hun ser hun får truffet flere elever med ulike temaer. Modelleringen kan enten ligge i bunn som metoden eller være målet med oppgavene, og hun liker godt variasjonen det gir.

Lise har brukt eksamensforslaget (fig. 2) som hjelp til å forbedre modelleringsundervisning, som hun syntes har vært hjelpsomt. Ved å se konkrete forslag til hvilke typer oppgaver elevene kan få utdelt på eksamen, har hun tatt inspirasjon til egen undervisning og hatt god erfaring med det. Lærerne fikk spørsmål hvorfor de tror modellering er med som tema og kjerneelement i ny læreplan hvor de alle ser et poeng med å visualisere matematikken og se en praktisk tilnærming fra skolematematikken til den virkelige verden (Kategori 3).

«Når man begynner å lese om modellering i læreplanen, så kan man kanskje oppleve det som veldig abstrakt og vanskelig å få til. Jeg har tenkt at man må tenke mer praktisk da.» *Ingrid*

En annen lærer (Kaja) fortalte at lærerne i fagseksjonen på skolen hadde gjort grep rundt den tradisjonelle matematikkentamen de har til jul på ungdomstrinnene. Endringen var å først endre navnet bort fra tentamen og over til fagdag, deretter endre oppgavene på prøven til mer problemløsende og praktiske, og i tillegg endret forberedelsen til fagdagen. Før ble det holdt tradisjonell matematikkundervisning med fokus på repetisjon i forkant og når dagen kom, ble prøven utlevert og elevene måtte klare seg selv i seks timer. Endringen nå var at de siste timene i forkant har fokus på samarbeid blant elevene, slik at elevene jobber sammen om oppgaver som kan ligne på



fagdagen. Fordelen med endringen, fortalte hun var at elevene fikk diskutert og testet løsningene praktisk for å forhåpentligvis øke forståelsen til når de skal løse lignende oppgaver når det gjelder på fagdagen. Oppgavene de nå bruker var mer lignende eksamensforslaget (fig. 2).

Flere av lærerne fortalte at de hadde brukt rike/åpne oppgaver mye i modelleringsarbeidet for å variere undervisningen. Rike oppgaver ble beskrevet her som oppgaver med lav inngangsport hvor et problem legges fram uten en bestemt fremgangsmåte for å løse det. I slike oppgaver jobber elevene ofte sammen, får diskutert og jobbet mot å løse et problem. Lise fortalte at hun hadde god erfaring med slike oppgaver og samarbeid mellom elevene, hvis hun bruker tid på sammensetningen av elevgrupper slik at elever på ulike kompetansenivå kan samarbeide og hjelpe hverandre. Hun så en sammenheng med åpne samarbeidsoppgaver og motivasjonen til elevene.

«Det ene grunnen til å gjennomføre slike oppgaver er variasjon, variasjon er bra. Samtidig tenker jeg jo mer vi kan gjøre det [matematikkfaget] virkelighetsnært så vil elevene se hensikten med faget.» *Bente*

Lærerne fortalte videre at hun ser at slike oppgaver ofte gir mer motivasjon, hvor elevene får mer variasjon i timene og ser at matematikken er noe de kan bruke i den virkelige verden (Kategori 3) og merker en utvikling blant elevene, ved at elevene opplever en større glede for faget.

### **4.3 Kategori 3 – målet: kobling til virkeligheten**

Lærerne fikk spørsmål om hva de tror er grunnen for at modellering er blitt så fremtredende i ny læreplan og her er de samkjørte i svarene sine. Lærerne var alle enige i at modelleringsoppgaver kan være med å gjøre matematikken mer praksisorientert og relevant, og dersom elevene får oppgaver de kan relatere til virkeligheten, opplevde lærerne at elevene i større grad ser hensikten med matematikk i skolen. En av lærerne fortalte at hvis elevene blir trigget så syntes de alt går mye enklere og morsommere.

«Jeg tenker målet med modellering er at elevene skal få oppleve at det vi driver med på skolen er mer relevant og praksisnært enn de har vært tidligere.» *Kaja*

—

«Modellering kan være med på la elevene se nytten av matematikken og motivere de, tror jeg.» *Lise*

Lærerne fortalte at de ofte får spørsmål hvor elevene lurer på hva som er poenget med matematikken og hvorfor de skal lære det som gjennomgås. Lærerne opplever modelleringsoppgaver som et hjelpemiddel til å støtte opp under hvorfor matematikk er relevant og et viktig fag, nettopp fordi elevene kan få se hvordan matematikken kan brukes i og henger sammen med den virkelige verden. Lærerne fortalte også at de svarer elevene med å prøve å forklare at i matematikkfaget blir de gitt mange redskaper og blir utfordret på å problemløsning som vil være fordelaktig når de kommer «ut i verden». To av lærerne fortalte at de syntes ofte de får spørsmål om hva som er poenget med matematikk, og at det ofte er de elevene som syntes matematikk er vanskelig, som spør. Bente erfarte at elever som liker matematikk ikke spør like ofte, fordi de liker problemløsning og synes det er gøy i seg selv. Lærerne fortalte at de pleier å snakke med elevene om hensikten med matematikken og fortalte dem at det handler om allmenndannelse og at man må vite hvordan man bruker matematikken. Matematikk har en hensikt i hverdagen, og omtrent alle valg du tar innebærer matematikk. Erfaringen som kom fram, er at lærerne syntes modelleringsoppgaver gjør det enklere å synliggjøre en praktisk bruk av matematikken for å vise elevene at det er matematikk overalt i verden.

«Det handler om at man ofte ikke tenker over matematikk i hverdagen, men hvis vi er et sted og vurderer om vi skal ta en snarvei så det er jo faktisk et matematisk resonnement som gjør at vi kan vurdere om snarveien er lur eller ikke.» *Bente*

—

«Matematikken har jo vært helt essensielt med tanke på pandemien også, funksjonene og statistikken som viser smittetall og beregningen som er gjort for å se på utviklingen på smitte videre. Det er jo matematikk i aller høyeste grad og synes det er fint å ta elevene med på det.»  
*Lise*

Lærerne fortalte de synes det er spennende at modellering er kommet inn i læreplan, og håper det er kommet for å bli. Fokuset på modellering og mulighetene som ligger i kjerneelementet er mange, og de ser det er mulig å koble inn ulike matematiske temaer sammen, samtidig som modellering også fungerer tverrfaglig. En av lærerne fortalte hun hadde gode erfaringer med åpne oppgaver med modellering fordi hun merker at flere elever er mer delaktige og føler de har noe å bidra med, nettopp fordi elevene opplever det som mer praksisnært og relevant.

«Hvis du klarer å få elevene til å se at du trenger matematikken i virkeligheten og egentlig til alt, tror jeg undervisningen og faget blir enklere.» *Ingrid*

En lærer fortalte også at hun syntes det er viktig å få fram at modelleringsoppgaver med ikke-bestemte fremgangsmåter, gir også rom for at elevene tør å prøve og feile i større grad. Hun understrekte at hun vil lære elevene hvordan vi kan lære av feil, og å ikke gå helt i kjelleren hvis man svarer feil. Å lære av feil, lære at det er helt normalt og en del av livet, tror hun er viktig for elevene å ha med i matematikkundervisningen, nettopp slik at de skal se en tilknytning til den virkelige verden og samfunnet utenfor skolen. Hun uttrykte at dersom elevene har jobbet med slike oppgaver og er vant til å lære av feil, tror hun at elevene vil klare seg bedre i samfunnet og arbeidslivet.

«Vi må vise elevene at matematikken har noe med virkeligheten å gjøre, og ikke at det bare er en skole-virkelighet.» *Kaja*

—

«Jeg håper elevene ser overføringsverdien fra det vi driver med på skolen til virkeligheten – det er det som er målet.» *Bente*

## 5. Diskusjon

I dette kapitlet diskuterer jeg resultatene opp mot teorigrunnlaget på matematisk modellering, mathematical literacy og variert undervisning for å se etter sammenhenger i lærernes utsagn med utgangspunkt i kategoriene. Videre diskuterer jeg de teoretiske og praktiske implikasjonene som funnene har og gir forslag til videre forskning innen temaet, før jeg avslutningsvis i dette kapitlet vil diskutere studiens begrensninger.

Innledningsvis vil jeg se på definisjonene av modelleringsbegrepet som lærerne trekker fram. Tolkningene til Bente og Ingrid sees på i første omgang. Bente snakker om å representere virkeligheten ved å bruke matematiske modeller, hvor hun fortalte at hovedtyngden hennes lå i å arbeide praktisk og bruke virkelighetsnære eksempler. Ingrid legger også fokuset på å løse matematikk praktisk og fortalte hun ofte bruker praktiske oppgaver når hun praktiserer modellering. Disse definisjonene har en sammenheng med Hana (2013) sin definisjon at modellering handler om å se, representere eller forstå noe som finnes i virkeligheten. Ingrids utsagn handler om praktiske problemer, hvor hun utdypet at et praktisk problem er for henne et problem fra virkeligheten. Utsagnet til Ingrid kan kobles direkte mot definisjonen til Blum og Ferri (2009) av matematisk modellering som det å oversette mellom den virkelige verden og matematikken. Bente fortalte også at modellering handler om å ta alt av informasjon, sortere og systematisere det for å ta analyser eller løse problemet. Bentes utsagn har likhetstrekk med Blum og Leiß (Haines et al., 2007) sin modelleringssyklus (fig. 1) under stegene; konstruere en modell og matematisere situasjonen, hvor man får et matematisk resultat som kan tolkes og valideres inn i den virkelige verden. Disse stegene korrelerer med utsagnene til Bente. Både Bente og Ingrid virker til å ha fokuset vendt mot å bruke matematikken som er verktøy for å beskrive situasjoner fra den virkelige verden. Begge lærerne bruker ved flere anledninger ord og meningsinnhold som går godt mot Blum og Ferri (2009) sin formulering at modellering er en prosess hvor det oversettes mellom matematikken og den virkelige verden, eksempelvis brukes ordene; konstruere, strukturere, tolke og forklare. En slik tolking kan kobles mot den samme som brukes i kjerneelementet «modellering og anvendelse» i LK20. Hovedtyngden i tolkningene til Bente og Ingrid ligger i å ta med virkeligheten og virkelighetsnære situasjoner inn i matematikk, som er det samme som ligger i definisjonen fra LK20 at en matematisk modell er «en beskrivelse av virkeligheten i matematisk språk» (Kunnskapsdepartementet, 2019).

Informantene Lise og Kaja, opplever begrepet som vanskelig å definere. Definisjonene deres er preget av at de opplever det som et stort og komplekst begrep som er utfordrende å definere konkret. Det har vært nødvendig å se på meningsforståelsen bak det de sa og ikke bare hvordan de har ordlagt

seg, fordi ordbruken samsvarer i utgangspunktet ikke helt med forståelsesgrunnlaget i studien. Lise definerer modellering som det å lete etter mønstre og sammenhenger, og deretter lage en formel fra dette. Lise sin uttalelse kan sees i sammenheng mot Blum og Ferri (2009) sin formulering. Blum og Ferri (2009) utdyper i sin definisjon at målet med modelleringsarbeid er å tolke og trekke inn matematiske resultater inn i den virkelige verden og et virkelig resultat, for å sjekke om svaret gir mening i begge verdenene. Lise utdyper modellering som en måte å gå fra det generelle til det spesielle som en måte å generalisere og tolke svarene slik at de kan brukes i flere sammenhenger. Denne tolkningen kan trekkes inn mot forklaringen til kjerneelementet modellering og anvendelse i LK20 som er: «Det handler også om å, ..., vurdere om de [modellene] kan brukes i andre situasjoner» (Kunnskapsdepartementet, 2019). Lise sin uttalelse kan også sees i sammenheng med prosessen å validere det matematiske resultatet inn mot virkeligheten, for å se om det gir mening (Haines et al., 2007). Når Lise sa at hun ser det som å gå fra det generelle til det spesielle, kan vi koble inn Blum og Leiß sin modell (fig. 1) med steg to, strukturere, og videre til steg fire, arbeide matematisk, før hun fremhever det å tolke svarene slik at de kan brukes i flere sammenhenger, som kan kobles inn mot steg fem og seks, tolke og validere.

Kaja fortalte hun syntes modellering er et uklart begrep, og snakker om at man i en modelleringsoppgave starter med en modell for så å gå videre til å generalisere og bruke denne inn i andre sammenhenger. Analysen viser at det kan det virke som om at ordet generalisering i hennes tolkning handler om å bruke matematiske modellering i andre sammenhenger og det å «oversette mellom den virkelige verden og matematikken», slik som Blum og Ferri (2009) sin definisjon lyder, at hun mener at man generaliserer når man oversetter mellom verdenene. Forklaringen med det å starte med en modell, hører ikke helt sammen med definisjonen deres av modelleringsarbeidet som omhandler det å finne en modell fra gitte opplysninger som kan brukes og gi mening i begge verdener. Her kan det se ut til at Kaja blander flere kjerneelementer i definisjonen. Både Lise og Kaja bruker ord og uttrykk som blant annet «lete etter mønstre», «finne sammenhenger» og «lage formler» som ikke går spesifikt under matematisk modellering, men i større grad passer sammen med kjerneelementene generalisering og utforskning.

Lærerne er opptatte at modelleringsoppgaver handler om virkeligheten og å bruke praktiske situasjoner. Bente trekker fram at det er en måte å systematisere alt av informasjon, og ta analyser fra dette. Dette passer godt inn under andre og tredje steg fra Blum og Leiß' modell (fig. 1) om å strukturere og forstå, før man deretter kan matematisere situasjonen. Hun har stort fokus på å lære elevene og systematisere den informasjonen de får, som er vurderingskriterier som henger sammen

med modelleringsoppgaver slik som oppgave 10 fra eksempelsettet til Utdanningsdirektoratet (fig. 2).

Analysen viser at lærere, på ulike tidspunkt i intervjuene, gir uttrykk for at du kan gå fra virkeligheten til matematikk, men modellering handler også om å gå andre veien, altså fra matematikken til virkeligheten, hvor det kan være en mulighet for at de glemmer fordi de ikke nevner det konkret. Fokuset til alle informantene ser ut til å ligge på første (konstruere), andre (strukturere/forstå), tredje (matematisere) og fjerde steg (arbeide matematisk) hvis vi bruker modellen til Blum og Leiß (fig. 1). Fokuset til lærerne virker ikke like sterkt på prosessen hvor det går fra matematikken over til virkeligheten og du får et resultat som kan valideres inn mot virkeligheten (Haines et al., 2007). Analysen tyder på at lærerne kan være klare over prosessen, men at de bare ikke får det fram i intervjuene. Denne problemsstillingen kom derimot fram i analysedelen, og blir derfor ikke spurt mer utfyllende om i intervjuene.

## **5.1 Modellering: en tidkrevende prosess**

LK20 skal være ferdig implementert i ungdomsskolen fra høsten 2022 (Utdanningsdirektoratet, 2022c), men lærerne fortalte i ulike deler av intervjuene at de ikke hadde kommet like langt som de ønsker og burde kommet i henhold til implementeringsplanen til Utdanningsdirektoratet. Dette trekker spesielt Kaja fram, da hun fortalte at pandemien har gjort at de er blitt forsinket i prosessen med implementeringen og hun uttrykte at hun ikke føler seg trygg på verken definering eller bruk av modellering. Lise trakk fram at etter eksamensforslaget (fig. 2) kom, ble hun fort observant på at undervisningen måtte endres for at elevene skal kunne holde følge med eksamensformen og formuleringene, og så at det måtte gjøres en endring i egen praksis fortløpende. Analysen viser at lærerne bruker modellering i undervisningen sin og har gode erfaringer med elevenes opplevelse, men legger stor vekt på at modellering krever mye tid både i planlegging og gjennomføring, som de føler de ikke har i hverdagen.

Lærerne er tydelige i sine svar at implementeringen av ny læreplan og utviklingen av modelleringsoppgaver og -undervisning, krever mye tid og at det er tid de føler de ikke har. Blum og Ferri (2014) fant i sin studie ut at tidsaspektet var en barriere for tyske lærere innen modelleringsundervisning. Resultatene fra studien til Blum og Ferri (2014) viste at lærerne trenger tid, hjelp og støtte for å gjennomføre modellering i undervisning, og at tidsaspektet var en større barriere for uerfarne lærere enn for erfarne lærere. Blum og Ferri (2014) sine resultater kan tilsi at modellering krever mer tid i startfasen, enn når det er innarbeidet og gjennomført noen ganger. Disse resultatene kan trekke en kobling til resultatene fra denne studien. Lærerne fortalte at de ikke føler de

er helt der de ønsker å være i modelleringsplanleggingen og at det er tidkrevende å komme der de ønsker. En mulighet for deres bekymringer rundt modelleringsprosessen kan være at de fremdeles er i denne startfasen, som Blum og Ferri (2014) beskriver. Startfasen er mer tidkrevende fordi det krever tid, hjelp og støtte for å lage gode modelleringsoppgaver og opplegg, ved å bli godt kjent med oppgavene og kriteriene innen modelleringsundervisning (Blum & Ferri, 2014).

Kaja snakker om det å omstille seg som lærer til ny læreplan og nye kompetansemål, hvor hun beskriver det er en tidkrevende prosess som hun ikke føler seg ferdig med. Disse resultatene kom spesielt fram i forbindelse med eksamensforslaget (fig. 2). Alle informantene fikk spørsmål om hva de syntes om eksamensforslaget, og spesielt siste oppgave på del 2 som handler om modellering og anvendelse (fig. 2). Lærerne var samkjørte i å oppgi at de syntes det var for tidlig og at elevene mangler begrepsforståelsen for å klare å svare på slike oppgaver. Stengrundet og Valbekmo (2019) skriver om viktigheten av god begrepsforståelse i matematikken, og at det starter hos læreren. Resultatene i studien viser en inkohærens mellom kravene fra Stortingsmelding nr. 28 (2015-2016) om at lærerne selv har ansvaret for utvikling av egen kunnskap og den kunnskapen lærerne faktisk sitter med. Lærerne uttrykte at de trenger mer tid til å fordype seg mer inn i begrepet for å kunne produsere bedre undervisningsopplegg og oppgaver innen modellering. Tvilen som Galbraith (2012) uttrykker rundt mengden av kunnskap og ferdigheter som krever for å lykkes med modelleringsundervisning, er en tvil som fremheves i resultatene. Det samme ser vi i utfordringene til Oliveira og Barbosa (2013, sitert i Chain et al., 2015, s. 49) at det kreves mye arbeid i forkant av modelleringsundervisning. Lærerne i studien er ikke der de ønsker å være nettopp fordi modellering er et stort og komplekst tema, og virker heller ikke til å få den hjelpen de ønsker.

Lærerne uttrykte at de ikke føler seg klare for å ta med elevene inn i modelleringsoppgaver eller undervisning hvor begrepene er i fokus, og de må fortelle elevene «nå modellerer vi» eller si «dette er modellering». De viser en usikkerhet i eget bruk, hvor de utdyper at de ikke er vant med å bruke modellering som et konkret begrep, verken i planleggingen eller i selve gjennomføringen av undervisningen. Som Stengrundet og Valbekmo (2019) legger fram er det heller ikke bare å kjenne til ordene, men elevene må forstå hvorfor man skal bruke begreper, hvor resultatene i studien viser at lærerne ikke synes elevene er der de burde være i prosessen. Julie (2002) legger også frem hvordan læreres egne tolkning av begreper er med på å forme undervisningen deres. Kaja fortalte at pandemien som har preget skolehverdagen og verden de siste to årene kan ha en skyld i hvorfor de ikke er kommet lengre i implementeringen av ny læreplan og disse begrepene, men hun synes samtidig det er en stor endring som krever mer tid. Litteraturen støtter også at lærere må i forkant av undervisning av nye begreper må vite definisjonen av begrepet og hvilke hvordan det kan representeres og kobles

til andre begrep (Meld. St. 28 (2015-2016); NOU, 1996: 22; Stengrundet & Valbekmo, 2019), som støtter at lærerne trenger mer hjelp til å til god modelleringsundervisning. Thomas og Hart (2013) legger fram viktigheten av lærerne som en trygg og kompetent rolle i arbeidet med modellering i undervisning. Alle informantene uttrykker en viss usikkerhet over modellering som spesifikk metode eller tema. Lise fortalte at hun synes LK20 legger opp til et høyt nivå, både for lærere og elever. Litteraturen viser at lærerne er uunnværlige i modelleringsopplæring for å gi elevene den informasjonen og støtten de trenger for å gjennomføre modelleringsarbeid (Blum & Ferri, 2009; Thomas & Hart, 2013).

Eksamensforslaget (fig. 2) kom som et sjokk for alle fire lærerne og de uttrykte en usikkerhet rundt formuleringen i oppgavene. Ingrid fortalte at hun tror elevene hennes har kunnskapen til å få til en slik åpen oppgave, men at de ikke vet hvor de skal starte på grunn av formuleringen til oppgaven. Det kan kjennes igjen i studien til Stangrundet og Valbekmo (2019) hvor elever som mangler begrepsforståelse kan forstå en prosedyre, men ha problemer med å løse mer komplekse oppgaver. Elevene til Ingrid kan få til modelleringsoppgaver, men på egen hånd er det utfordrende å vite hvor de skal starte eller fortsette og det kan bli et klassisk eksempel av «må jeg gange eller dele her, lærer?» (Stengrundet & Valbekmo, 2019). Alle lærerne fortalte at de, i ukene fram mot eksamen og mai, skal prioritere tid og plass i undervisningen til kjerneelementene og begrepene slik at elevene kan få innsyn i hva som kreves og ligger i disse prosessene. Kaja fortalte hun vil lage et begrepskart med beskrivelse av alle begrepene fra læreplanen sammen med elevene slik at de får innblikk i hva begrepene betyr, hvilke arbeidsmåter som kan inngå i de ulike begrepene og hvordan begrepene kan representeres. Disse tiltakene går godt overens med begrunnelsene i Stengrundet og Valbekmo (2019) sin forskning om begrepsforståelse. Kaja fortalte at hun i forkant av dette, selv må gjøre til forarbeid selv slik at hun har en oversikt over begrepene og er trygg på dem. Dette sier Blum og Ferri (2009) i sin forskning er viktig, og understreker at læreren må gjøre et utfyllende forarbeid for å gi elevene et best mulig utbytte av modelleringsarbeid. Arbeidet som lærerne med et slikt forarbeid passer godt til punktene som Blum og Ferri (2009), Chan et al. (2015) og Stengrundet og Valbekmo (2019) trekker frem om læreres begrepsforståelse og kunnskap som må ligge til grunn før lærere kan lære elevene sine noe.

Tre av lærerne hadde ikke gjennomgått noe opplæring eller kursing i hvordan de skal tolke ny læreplan og kjerneelementene. En av disse lærerne, Kaja, fortalte at fagseksjonen der hun jobber har nå selv tatt tak og gått til skoleeier og bedt om hjelp til dette, og det er omsider på gang. Denne prosessen så de som helt nødvendig å sette i gang med etter endringen i eksamen. I Stortingsmelding nr. 28 (2015-2016) står det at lærerne selv har ansvaret for å sette seg inn i endringene, men at skoleeier må legge til rette for dette. Slik jeg tolker stortingsmeldingen (Meld. St. 28 (2015-2016)),



bør ikke lærerne måtte trenge å si ifra til skoleeier at selv det trengs, men skoleeier burde vært i forkant og vært behjelpelige for utviklingen til lærerne, spesielt når LK20 er i implementeringsfasen. Litteraturen viser viktigheten av modellering i skolen (Blomhøj, 2003, 2006; Blum, 2015), og lærerne må være oppdatert og ha kunnskap om hvordan de kan lære det bort og legge til rette for det i undervisningen. Lærerne i studien erfarte at de føler de ikke er der de bør være i modelleringsarbeidet, og en grunn til dette kan være at det ikke har lagt til rette for utviklingen av kunnskap fra skoleeiers side. Bente fortalte også det kan være tidkrevende å legge opp til åpne eller tverrfaglige oppgaver, spesielt innen modellering, men at den økte læringen og motivasjonen til elevene gjør det arbeidet verdt det. Forskningen til Klette et al. (2008) trekker fram at det krever mer arbeid å gjennomføre mer utradisjonelle undervisningsopplegg, men en faktor som kan hjelpe lærerne er om skoleeier tar mer initiativ og hjelper lærerne med oppfølging og kurs, som denne studiens resultater kan tyde på at det ikke er gjort i like stor grad. Berget og Bolstad (2019) og Blum og Ferri (2009) trekker frem det store forarbeidet som kreves av lærerne og at det må tilbys kompetansehevingstiltak for å hjelpe lærerne i den store endringen i ny læreplan. Lærerne i studien er enige om de ønsker mer hjelp innen modellering.

## **5.2 Undervisningen: mer variert**

Lærerne har sett seg nødt til å bli mer kreative med å variere undervisningen i større grad enn tidligere, etter implementeringen av ny læreplan og spesielt modelleringsbegrepets store fokus. Dette er også et krav at lærere gjør i nettopp dette i arbeidet med ny læreplan (NOU 2014: 7). Lærerne fortalte at de har variert undervisningen mer enn før ved at de har tatt i bruk flere praktiske oppgaver. Doerr og English (2006) legger også fram at fornying av læreplaner krever at lærere fornyer egen undervisning og praksis, som vi ser lærerne i studien har gjort. Arnesen og Sollie (2003) legger frem at lærerne må variere arbeidsmåtene for å la elevene utvikle flere sider, som lærerne i studien underbygger. Lærerne har erfart en større interesse og arbeidsmoral når de varierer undervisningen og bruker modellering. Litteraturen viser også at variert undervisning kan føre til mer motiverte elever (Lorentzen, 2012; Meld. St. 22 (2010-2011); Skaalvik & Skaalvik, 2018), og resultatene i studien viser at lærerne erfarte det samme. Lærerne i studien opplevde mer engasjement og positivitet blant elevene når de hadde gjennomført modelleringsoppgaver i form av åpne eller praktiske oppgaver. Oppgaver som lærerne har valgt å gjennomføre har tatt utgangspunkt i situasjoner eller problemer fra virkeligheten, hatt en lav inngangsport og har ikke hatt kun en korrekt fremgangsmåte eller løsning. Dette passer godt inn mot de pragmatiske, kulturelle og psykologiske grunnene til Blum (2015) for å drive modellering i skolen. Blum (2015) legger fram psykologiske grunner hvor elevene kan få økt motivasjon og interesse for faget som kan gi en dypere matematisk forståelse, og lærere i studien fortalte det samme.

Elevene deres liker oppgaver de kan relatere seg til og interessen øker i timene. Positiviteten til lærerne til undervisning av modelleringsoppgaver støttes flere steder i litteraturen (Berget & Bolstad, 2019; Meld. St. 22 (2010-2011); Skorpen, 2009). Berget og Bolstad (2019) sin antakelse at relevansen til matematikkfaget kan heves ved å bruke modellering i undervisningen, stemmer godt mot erfaringene til lærerne i denne studien.

Lise fortalte at hun har hatt god erfaring med åpne oppgaver innen modellering hvor hun har sett at elevene liker metoden og jobber godt sammen. Hun har brukt de åpne oppgavene til å legge til rette for at elevene kan få arbeide i grupper, hvor de er innenfor sin egne proksimale utviklingssone. Elevarbeid innenfor egen proksimal utviklingssone er fordelaktig for at elevene skal få til og forstå mer av temaet sammen, enn hvis de arbeider på egen hånd (Skaalvik & Skaalvik, 2018). Lise ser en positiv kobling mellom bruken av modellering i arbeidet for å legge til rette for arbeid innen proksimal utviklingssone, og opplever at flere av elevene liker godt denne måten å jobbe på. Hun fortalte hun lager grupper av elever som har ulikt ferdighetsnivå og lar de jobbe sammen i oppgaver hvor alle må bidra slik at de kan hjelpe hverandre i arbeidet.

Lærerne har gode erfaringer med å bruke modelleringsoppgaver for å variere undervisningen. Flere av lærerne trekker fram hendelser hvor elever har blitt trigget og har hatt et stort ønske om å gjøre et dypere søk inn i oppgaven som er gitt. Ingrid fortalte i intervjuet at hun opplever at elevene sitter igjen med mer kunnskap etter å ha gjennomført mer varierte arbeidsoppgaver og undervisningsopplegg, og hun understrekte at hun erfarte at elevene har større læringsutbytte og motivasjon i slike oppgaver fordi de får se nytten til matematikken. Det er en av hovedfunnene til English og Watters (2005) som støttes opp her. English og Watters (2005) trekker fram resultater som økt kritisk tenkning og en større grad av matematisk forståelse. Dette er punkter som lærerne også har erfart, ved at elevene forstår hvorfor de gjør det de gjør. Tar vi utgangspunkt i eksemplet til Ingrid om edderkoppene i boksen i Pytagoras-undervisningen, ser vi resultatene hennes viser det samme. Hennes erfaring var at elevene hennes forsto meningen med Pytagoras' læresetningen etter å ha gjennomført en modelleringsoppgave innen temaet, som kan gi elevene en dypere forståelse på sikt, slik som English og Watters (2005) også skriver. Lorentzen (2012) viser til at modelleringsoppgaver kan være en god mulighet for å variere undervisning, som lærerne i studien virker enige i. Lærerne fortalte de ser muligheten til å koble inn flere temaer ved å bruke modellering som et redskap eller fartøy for å variere undervisningen, for å prøve å øke motivasjonen til elevene.

Ved å se på forskningen som ligger rundt motivasjonen og engasjementet til elever som kommer gjennom variert undervisning (Blum, 2015; English & Watters, 2005; Meld. St. 22 (2010-2011); OECD, 2017), finnes det en kobling til modelleringsarbeid som støttes i resultatene. Elevene til

lærerne ser ut til å like når matematikken varieres fra tradisjonell undervisning og kobles til den virkelige verden. Klette et al. (2008) viser at matematikktimene sjelden legger opp til praktiske oppgaver med samarbeid, som ifølge forskning og resultatene i studien viser at elevene trives bedre med og at det gir elevene større motivasjon innen faget (Berget & Bolstad, 2019; Blum, 2015; Meld. St. 22 (2010-2011)). Resultatene i studien er kun tatt ut ifra lærernes erfaringer, og ikke forsket på fra elevenes side. En av endringene til LK20 har vært at elevene skal komme dypere inn i faget, og få rom for å utforske matematikken i større grad for å få en dypere forståelse (Kunnskapsdepartementet, 2019). Lærerne fortalte de bruker modelleringsoppgaver både i starten av nytt tema, men også til repetisjon av et tema for å la elevene få bruke kunnskapen de har lært seg i praktiske oppgaver. Lærerne har gode erfaringer ved dette og fortalte at det virker som elevene får en dypere forståelse av temaet, og husker temaet bedre.

Lærernes erfaringer innen modelleringsundervisning kan i størst grad kobles til Barbosa (2006) og Julie (2002) sin inndeling av modellering som fartøy som undervisningsform. Lærerne fortalte at de oftest bruker modellering som en metode for å lære bort andre emner, som algebra, likninger, volum, areal eller økonomi. Det kan se ut til at lærerne sjeldent bruker modellering som selve innholdet eller temaet i undervisningen, men heller som et fartøy for andre temaer. Når modellering er et fartøy har den som mål at elevene skal lære og bruke modellering for å lære andre matematiske begrep og prosesser (Barbosa, 2006), og det kan tyde på at lærerne bruker det mest slik. Når modellering blir brukt som fartøy kan det brukes som en motivasjon for å lære nye begrep (Hana, 2013). Lærerne erfarte at elevene virker mer motiverte og engasjerte i arbeidet med de modelleringsaktivitetene og oppleggene de har gjennomført, som tyder på at de bruker denne metoden fordi den fungerer godt for deres elever.

Lærerne fortalte også at de har brukt modellering for å se på statistikk fra virkeligheten, hvor det kan tyde på at de også har brukt modellering som kritikk, som en del av kritisk matematikkundervisning. Hana (2013) legger fram på hvilken måte modellering kan knytte matematikken til flere aspekter av livet, som ligger utenfor den typiske «skole-matematikken». Metoden handler om å legge til rette for elevdiskusjoner, lære dem å analysere modeller og forstå hvordan de brukes i samfunnet (Barbosa, 2006). Lise fortalte at hun gjennomførte åpne oppgaver, hvor elevene arbeidet gruppevis med oppgaver hvor de diskuterte sammen for å komme til mulige løsninger. Denne varianten av modelleringsundervisning henger sammen med den formative grunnen til hvorfor drive modellering av Blum (2015). Blum (2015) legger fram målet med den formative grunnen som en måte elevene skal utvikle ulike kompetanser både innen modellering, men også andre kompetanse som

argumentasjon. Lise legger i sitt eksempel vekt på at elevene skulle diskutere seg fram til en løsning, og at elevene måtte finne argumenter som støttet sine løsninger.

### **5.3 Målet: kobling til virkeligheten**

Lærerne fortalte at de tror grunnen for at modelleringsoppgaver er så fremtredende i skolen og ny læreplan, er for å koble matematikken til virkeligheten og gjøre den mer relevant for elevene slik at de kjenner seg igjen i problemsstillingene og situasjonene som legges fram. Blum (2015) legger opp til flere av grunnene for å drive med modellering i skolen, som henger sammen og kobler matematikken til virkeligheten. Lærerne nevner grunner som å gjøre matematikken mer praksisorientert og at elevene kan føle at matematikk er relevant for verden vi lever i og føler at matematikken er et redskap i virkeligheten. Dette er argumenter som støttes inn under grunnene pragmatisk, kulturell og psykologisk til Blum (2015), samt forskningen til English (2006) om at modellering er en måte å forstå og beskrive virkeligheten på. Schou et al. (2013) legger også praktisk nytte som et argument for modelleringsarbeid, som flere av lærerne er enige i ved at de knytter hverdagslige situasjoner og problemer til matematikk. Ingrid trakk fram hun ønsker å gjøre matematikken mer relevant for elevene ved å bruke praktiske oppgaver, som er en metode som går rett inn under den kulturelle grunnen til Blum (2015). Hun ser på hvilken måte modellering kan hjelpe henne med å gjøre matematikkfaget mer relevant for elevene, og bruker tid på det. Utsagnene til lærerne om å gjøre matematikken mer relevant og virkelighetsnær, passer også sammen med den pragmatiske grunnen til Blum (2015). Blum (2015) presenterer den pragmatiske grunnen som en måte å lære elevene og forstå situasjoner i den virkelige verden, ved å bruke modellering for å omformulere hverdagslige hendelser til matematikken. Studentoppgaven som Bente presenterer er en oppgave som går inn under både den pragmatiske, kulturelle og psykologiske grunnen for modellering.

Lærerne fortalte at de ofte opplever spørsmål fra elevene angående poenget og vitsen med matematikkundervisningen. Modellering oppleves, for lærerne, som en metode som kan brukes for at elevene ikke stiller spørsmålet like ofte, fordi det blir mer relevant for elevene og det hjelper dem med å forstå hensikten med matematikken. Denne måten å bruke modellering på går inn under Blum (2015) sin psykologiske grunn, ved at lærerne ønsker å gi elevene muligheten for å oppnå en dypere matematisk forståelse, ved å relatere matematikken til noe de kjenner igjen fra virkeligheten. Blomhøj (2006) sine tre perspektiver på hvorfor matematiske modeller bør brukes i undervisning, er knyttet opp mot samfunn, undervisning og læring. Lærerne fortalte at de ofte bruker argumenter som at matematikken er overalt og trengs for å gjøre optimale valg i hverdagen, og har eksempelvis brukt smittetall fra covid-19 som en hjelp i å forklare matematikkens rolle i verden. Disse argumentene de forklarer kan kobles direkte til det samfunnsmessige perspektivet til Blomhøj (2006). Blomhøj (2006)

skriver at verden ikke kan fungere uten matematikk og modeller, og elevene trenger innsikt i dette slik at de forstår hensikten med faget og oppgavene som gjøres. Forskning viser også at læreprosessen går enklere og raskere dersom elevene forstår hensikten med det de lærer (Blum & Ferri, 2009) og at det kan øke motivasjonen for faget (Blomhøj, 2003). Lærenes erfaringer til elevenes opplevelse av modelleringsoppgaver kan støttes opp under disse forskningsresultatene, ved at lærerne opplever mer engasjement og interesse fra elevene i modelleringsoppgaver og modelleringsundervisning. Resultatene i studien viser også en kobling mot det undervisningsmessige perspektivet til Blomhøj (2006) på den måten at lærerne ser at modellering åpner en dør til mer tverrfaglig arbeid. Lærerne opplever at elevene trives godt med modelleringsoppgaver og at motivasjonen og engasjementet øker i slike opplegg og oppgaver. Litteraturen underbygger at matematiske modeller er med på å forme matematikkundervisningen på flere områder (Blomhøj, 2006) og lærerne har erfaringer som støtter dette. Lærerne uttrykte at modellering gjør det mer tilgjengelig å knytte matematikken inn mot hverdagslige tema og andre fag i skolen, som samsvarer med Blomhøj (2006) sin forskning.

Lærerne erfarte at modellering er en metode som gjør det mulig å vise elevene hensikten og rollen til matematikk i samfunnet, slik at elevene forstår meningen med faget. De bruker modellering som et tema eller metode for å gi elevene en mer praktisk tilnærming til faget og vise dem hvilken rolle matematikken har i den virkelige verden. PISA (OECD, 2017) sin tolkning av begrepet mathematical literacy som handler om å formulere, bruke og tolke matematikken inn mot dens rolle i den virkelige verden, kan kobles mot lærernes erfaringer rundt å bruke modellering er et verktøy kan kobles til at de hjelper elevene oppnå mathematical literacy. De trekker fram modellering som en mulighet for å se nytten av matematikken, oppleve matematikken som mer relevant samt vise at matematikken har en hensikt i hverdagen. Alle disse punktene passer inn under mathematical literacy-formulering til PISA (OECD, 2017). Flere resultater fra tidligere forskning viser resultater til at modellering i matematikkundervisningen kan øke motivasjonene til elevene (Berget & Bolstad, 2019; Blomhøj, 2006; Blum & Ferri, 2009), som også lærernes erfaringer støtter opp under. Galbraith (2012) legger fram i sin forskning at det er internasjonalt sett lagt stor vekt på modellering og problemløsning fra den virkelige verden for å hjelpe elevene med oppnåelse av mathematical literacy. Lærernes erfaringer kan kobles mot dette arbeidet, og måten lærerne utdyper om elevenes forståelse og interesse for modelleringsoppgaver kan kobles mot oppnåelsen av mathematical literacy. Det lærerne i studien fortalte kan tyde på at de jobber mot elevenes oppnåelse av mathematical literacy, på en måte hvor de bruker tid for å forklare rollen til matematikkfaget og hvordan verden henger sammen.

Litteraturen viser at modellering bør inn i skolematematikken (Blomhøj, 2003, 2006; Blum & Ferri, 2009; Julie, 2002), og lærerne i studien har mange av de samme erfaringene. Tilbakemeldingene og

engasjementet fra lærerne og deres elever er positive når det kommer til gjennomføringen og målsettingen til modellering, og lærerne viser en takknemlighet for at modellering er med i ny læreplan og håper det er kommet for å bli. Matematikkundervisningen går enklere for seg dersom elevene forstår hvorfor de skal lære noe og ser hensikten med matematikken, som modellering kan hjelpe med, men prosessen oppleves svært tidkrevende for lærerne. Lærerne har erfart at det krever mye forarbeid og planlegging før gjennomføringen, men de ser at elevene trives når de får den hjelpen og tilretteleggingen de trenger for å gjennomføre opplegget. Det samme sier Blomhøj (2006) sitt læremessige perspektiv om modellering i skolen, det å kunne se muligheter med sammenhengen mellom matematikken og virkeligheten. Resultatene viser at lærerne har et stort fokus på å vise elevene at matematikken på skolen har noe med virkeligheten å gjøre, og at det ikke bare er en «skolevirkelighet» og viser at matematikken kan være realistisk, slik som også Julie (2002) argumenterer for. Lærerne ønsker å legge til rette for at elevene skal se hvilken kobling matematikken har til virkeligheten og at de ser overføringsverdi fra skolen til virkelighet, og bruker modellering som en metode for det.

#### **5.4 Praktiske implikasjoner og videre forskning**

Studiens praktiske implikasjoner handler i stor grad om hvordan lærerne bruker modellering og hvordan de får hjelp og kursing til å forstå temaet bedre og lærer å bruke det i egen undervisning. Litteraturen viser viktigheten av at lærere har en god begrepsforståelse, for å kunne lære elevene en god begrepsforståelse (NOU, 1996: 22; Stengrundet & Valbekmo, 2019). LK20 har fokus på begrepsbruk, og etter eksamensforslaget fra Utdanningsdirektoratet ble det tydeliggjort at elevene skal ha samme innblikk og lære å bruke begrepene inn i egne oppgaver og forståelse (Utdanningsdirektoratet, 2022a). Lærerne må derfor være trygge på begrepsbruk og ha et bevisst forhold til dette (Stengrundet & Valbekmo, 2019). Resultatene viser at lærerne bruker modellering jevnt i undervisningen og mot elevene, men de bruker sjeldent begreper, som modellering og anvendelse, foran elevene. De fortalte at modelleringsoppgaver og undervisningsopplegg er tidkrevende å produsere og sette i gang med, men elevene viser engasjement og arbeider godt med slike oppgaver. Lærerne virker imidlertid usikre på definisjoner og hva begrepene egentlig betyr, og som Stengrundet og Valbekmo (2019) utdyper er starter begrepsforståelsen til elevene hos læreren og lærerne må vite hva de lærer bort. Lærerne fortalte at de ønsker mer opplæring og hjelp i arbeidet med ny læreplan og spesielt innen begrepstolkning, hvor de fortalte selv at de tror kursing fra høyere plan kan hjelpe dem med nettopp dette. Lærebøkene blir nevnt som en svakhet i begrepslæringen og lærerne fortalte at disse må oppdateres slik at begrepsbruken fra læreplanen og eksamensforslaget samsvarer med lærebøkene og videre inn til undervisningen. Resultatene i studien viser en indikasjon

på at det er en tendens til lite hjelp og kurs for å tolke læreplanen, og det kan være nødvendig å hjelpe matematikklærere med å forstå begrepene som legges inn. Dette er resultater som støttes i Ferri (2013) sine resultater om at modellering bør inn i utdanningen for ikke-utlærte, og inn som kurs for allerede utlærte lærere. Skott (2015) viser hvordan lærerens oppfatning av matematikk påvirker undervisning, som også er et viktig aspekt til hvorfor lærerne trenger hjelp innen temaet. Lærerne må være trygge i sitt arbeid for å drive modelleringsundervisning på en mest optimal måte, og de er uunnværlige i prosessen slik som Blum og Ferri (2009) også argumenterer for.

Resultatene viser at lærerne ønsker mer hjelp til å tolke læreplanen og begrepene, hvor det kan være mulig å forske videre på. Muligheter for videre forskning kan være å ta steget mot å se på kunnskapen til lærerne innen matematisk modellering, og ikke bare erfaringene slik denne studien tar for seg. Ingrid, som er relativt nyutdannet, har erfart at det vært lite hjelp og tips til hvordan læreplaner kan tolkes og brukes i utdanningen, som også kan være mulig å se nærmere på. Dette er mulig å forske videre på hvordan fokuset på ny læreplan og tolkning av denne er i lærerutdanningen og etterutdanningen, for å se om det kan hjelpe med å øke tryggheten og forståelsen til lærerne innen modellering. I lys av tidligere forskningen er det mye forsket på elevenes opplevelse og forståelse av modellering, og studien viser at lærerne må undersøkes mer fordi elevene lærer av det lærerne kan og forstår. Galbraith (2012) stiller spørsmål til de som lager læreplaner om de er klare over hvor omfattende kunnskap og erfaring som kreves av lærerne for å drive god modelleringsundervisning, som kan være en mulighet for videre forskning. Ved den store endringen fra LK06 til LK20 i fokuset på modellering, burde lærerne studeres i større grad om de har eller mangler den kunnskapen og opplæringen som trengs for å lykkes modelleringsundervisning. Det kan vises en tendens ved at det er lite hjelp å få, som kan undersøkes videre for å se på kunnskapen til lærere innen matematisk modellering. Blum og Ferri (2014) viser også til resultater hvor lærere opplever vurdering som en barriere innen modelleringsundervisning, som også kan være en mulighet til videre forskning. De er mulig å se hvilken endring som er skjedd for norske lærere innen modellering ved utgangspunkt i disse barrierene.

## **5.5 Studiens begrensninger**

En av begrensningene ved studien er antall informanter. Informantene i denne studien fikk fram en god mengde informasjon og tolkninger, men det burde trolig deltatt noen personer til for å få en større reliabilitet til resultatene og studien. Kvale og Brinkmann (2015) legger fram et antall på 15 +/- 10 personer, hvor denne problemsstillingen kunne hadde hatt godt av nærmere ti personer for å kunne si at målingen og resultatene var mer reliable. Det har vært en utfordring å få informanter, lærere er opptatte mennesker og covid-19 har ikke gjort prosessen med å rekruttere med deltakere enklere. Det

er fremdeles klare likheter mellom utsagnene og forståelsen til lærerne i studien, men med et større antall informanter hadde det vært mer sikre antagelser, og gjort det mulig å se mer tydelige tendenser og implikasjoner på feltet.

I kvalitative forskningsintervjuer kan det oppstå et asymmetrisk maktforhold som kan prege resultatene. Målet med valget av semistrukturerte intervjuer var at intervjuene skulle bli som en samtale mellom meg og informantene, men det er ikke alltid enkelt å få til. Intervjueren bestemmer intervjusituasjonen, tema, spørsmålene som blir stilt og valgte hvilke svar som skulle bli utdypet. Intervjuene kan også fort en instrumentell og enveisdialog ved at samtalen kun går en vei (Kvale & Brinkmann, 2015). Dette merket jeg preget intervjudialogen, fordi jeg ved flere anledninger så en mulighet for å supplere og komme med egne erfaringer for å fylle intervjuene og gjøre dem mer som en samtale, men begrenset med for å ikke virke ledende i min rolle som intervjuer. Det er mulig dette hadde gjort en forskjell i resultatene uten at det er enkelt å si hvilken retning.

Det kan være en svakhet i forskningen og resultatene, ved at kun en person har gjennomført intervju, transkripsjonen og analysert resultatene, som kan gjøre at dersom problemsstillingen undersøkes av andre kan resultatet bli annerledes. Det gir en ekstra begrensning innen generaliseringen og koblingen som kan gjøres til fagfeltet. Kvalitativ forskning gir sjeldent generaliserbare resultater, og denne studien er intet unntak. Målet har ikke vært å kunne generalisere resultatene, men få et innblikk i hvordan et utvalg lærere erfarer og opplever temaet. Studien kan, til en viss grad, gi en pekepinn innen modelleringskunnskapen til lærere i ungdomsskolen og at selv etter tre år med implementering av ny læreplan, føler lærerne de ikke er helt der de burde være. Det er ikke gitt at alle ungdomsskolelærere føler det samme, men at noen føler det slik kan gi en implikasjon at det burde gjøres noe med.

I intervjuene ble det lagt fokus på hvilke aktiviteter lærerne brukte innen modellering som metode eller tema, og det ble litt for detaljert fordi jeg underveis synes det var så spennende og lærerikt å høre på. Men under transkriberingen og analysen, ble det tydelig at alle detaljene ikke var like relevante for problemsstilling og er derfor ikke tatt med. Under transkripsjonen var det flere steder jeg ønsket jeg hadde spurt «hvorfør gjorde du det» enn at jeg spurte «hvordan gjorde du det» når lærerne fortalte om aktiviteter og oppgaver de hadde gjennomført med elevene. Dette er nok fort gjort når jeg er uerfaren som intervjuer, og et semistrukturert intervju gjorde meg ingen fordeler her ved å gå inn i intervjuet uten en helt konkret plan å spørre etter. Det kunne muligens gitt meg en dypere forståelse og forklaring av informantenes utsagn, i noen tilfeller.



## 6. Konklusjon

Hvordan bruker lærere matematisk modellering i egen undervisning? Lærerne i studien bruker modellering for å hjelpe elevene se og forstå hvilken rolle matematikk har i den virkelige verden, utenfor skolevirkeligheten. Erfaringene lærerne har i egen kunnskap og hvilke erfaringer de har om elevenes arbeid innen modellering, kan kolbes mot PISA (OECD, 2017) sin formulering av begrepet *mathematical literacy*. Lærerne erfarte at modellering gjør det enklere å vise elevene meningen med matematikk, og at de kan bruke matematiske prosesser for å løse praktiske situasjoner og hverdagslige problemer som er egenskaper ved oppnåelse av *mathematical literacy*. Lærerne er i stor grad positive til modellering og har gode erfaringer med å gjennomføre undervisningsopplegg og oppgaver innen temaet, men de opplever prosessen som svært tidkrevende. Definisjonene de legger fram på begrepet kan trekkes mot forståelsesgrunnlaget fra LK20 og erfaringene deres støttes flere steder i litteraturen (Kunnskapsdepartementet, 2019). Implementeringsfasen av LK20 går nå mot slutten, og fra høsten 2022 skal den være ferdig implementert. Lærerne i studien fortalte de ikke er der de burde være innen modelleringsforståelse og bruk av modellering, fordi modellering krever tid og kunnskap å få til bra. Denne kunnskapen som de erfarte at trengs, støttes i Galbraith (2012) sin forskning innen tvilen rundt kunnskapen som trengs for å drive med modelleringsundervisning, samt at erfaringene deres kan minne om erfaringene til de tyske lærerne som deltok i Blum og Ferri sin studie fra 2014.

Resultatene viser i første del av intervjuene en usikkerhet fra lærerne med tanke på definisjonen til matematisk modellering, og at det har vært lite kursing i henhold til ny læreplan, nye kjerneelementer og hvordan lærerne skal tolke de nye begrepene. Intervjuene startet med at lærerne skulle definere begrepet og videre fortsatte samtalen inn på bruken av modellering i egen undervisning, samt erfaringer av egen og elevenes opplevelse av temaet. Resultatene er preget av at lærerne gir uttrykk av usikkerhet når det gjelder å bruke begrepene direkte mot til elevene i oppgaver eller undervisning. Videre og utover intervjuene blir det tydelig fra resultatene at lærerne opplever modellering som et positivt ledd i læreplanen, hvor de trekker fram elevhendelser som viser elevenes positivitet og engasjement til undervisning og oppgaver innen modellering. Lærerne fremstår usikre på definisjonen, men resultatet av meningsforståelsen deres ser det ut til at lærerne jobber systematisk og korrekt innen temaet, dersom vi setter studiens litteratur og forståelsesgrunnlag til grunn (Blum & Ferri, 2009; Hana, 2013; Lorentzen, 2012). Modellering er et stort tema som kan jobbes med på mange måter, som eksempelvis Barbosa (2006) og Julie (2002) sine metaforer (fartøy, innhold og kritikk), Blomhøj (2006) sine perspektiver (samfunns-, undervisnings- og læremessig) og Blum (2015) sine fire grunner (pragmatisk, formativ, kulturelt og psykologisk). Lærerne har erfaringer og

opplegg som passer inn under flere av disse punktene, som viser at lærerne jobber godt med modellering til tross for tidsaspektet.

Resultatene i studien kan ha en pekepinn på lærere på ungdomsskolen sin erfaring innen temaet. Lærerne erfarte modellering som en tidkrevende prosess, og som et tema de ikke helt har fått under huden enda. Erfaringene fra elevene i bruk av modellering er positive, hvor modellering er med på å engasjere elevene og variere undervisningen. Lærerne virket fortsatt usikre på definisjonen og det å bruke de konkrete begrepene i undervisningen mot elevene og uttrykte at de ønsker hjelp til å forstå temaet slik at de har en trygghet i ryggen når de bruk modellering i undervisningen. De ønsker å lære å tolke kjerneelementene og læreplanen i større grad, og få kursing innen modellering, etter det store fokuset på temaet. Lærernes erfaringer innen matematiske modellering kan tyde på at det kan virke som de ikke helt forstår selv hvor mye de kan. Dette kan sees ut ifra analysen, hvor utsagnene og definisjonene til lærerne har koblinger inn mot litteraturen (Blum & Ferri, 2009; Hana, 2013; Kunnskapsdepartementet, 2019).

Lærerne er positive til modellering i undervisning og læreplanen, men den tynges ned av den tidkrevende planleggingsfasen. Arbeidet og refleksjonene lærerne fortalte rundt matematisk modellering i undervisningen kan, omtrent utelukkende knyttes direkte til litteraturgrunnet og tidligere forskning presentert i studien, som viser at lærerne er gode på modellering og bruker det på en fornuftig måte, men trenger å bli trygge på egen kunnskap. Lærerne i studien fremstår som usikre på definisjonen, men viser en større trygghet når de snakker om gjennomføringen. Lærerne ser verdien av matematisk modellering og erfaringene deres viser en kobling mot å hjelpe elevene med å utvikle mathematical literacy.

## Referanseliste etter APA 7th

- Arnesen, A. L. & Sollie, U. (2003). *Differensiering og tilpasset opplæring*. Oslo: HiO-rapport nr. 11/2003.  
[https://www.researchgate.net/publication/301286012\\_Arnesen\\_AL\\_og\\_Sollie\\_U\\_2003\\_Differensiering\\_og\\_tilpasset\\_opplaering\\_Differentiation\\_and\\_adapted\\_teaching\\_Oslo\\_HiO-rapport\\_nr\\_112003](https://www.researchgate.net/publication/301286012_Arnesen_AL_og_Sollie_U_2003_Differensiering_og_tilpasset_opplaering_Differentiation_and_adapted_teaching_Oslo_HiO-rapport_nr_112003)
- Barbosa, J. C. (2006). Mathematical modelling in classroom: a socio-critical and discursive perspective. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38, 293-301. <https://doi-org.ezproxy2.usn.no/10.1007/BF02652812>
- Berget, I. K. L. & Bolstad, O. H. (2019). Perspektiv på matematisk modellering i Kunnskapsløftet og Fagfornyninga. *Nordisk tidsskrift for utdanning og praksis*, 13(1), 83-97.  
<https://doi.org/10.23865/up.v13.1882>
- Blomhøj, M. (Red). (2003). *Kan det virkelig passe? -om matematiklæring*. L&R Uddannelse
- Blomhøj, M. (Red). (2006). *Kunne det tænkes? -om matematiklæring*. Forlag Malling Beck A/S.
- Blum, W. & Ferri, R. B. (2009). Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, Vol 1(1), 45-58.  
<https://www.researchgate.net/publication/279478754>
- Blum, W. & Ferri, R., B. (2014). Barriers and Motivations of Primary Teachers for Implementing Modelling in Mathematics Lessons. I B. Ubuz, C. Haser & M.A: Mariotti (Red.). *CERME 8 - Proceedings of the Eight Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, 1000-1009. Middle East Technical University.  
<https://www.researchgate.net/publication/333353117>
- Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What Do We Know, What Can We Do? I S. J. Cho (Red.), *Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education*, 73-96. Dorecht: Springer. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-12688-3\\_9](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-12688-3_9)
- Chan, C. M. E., Ng, K. E. D., Widjaja, W. & Seto, C. (2015). A Case Study On Developing A Teacher's Capacity In Mathematical Modelling. *The Mathematics Educator*, 16(1), 45-74.  
[http://math.nie.edu.sg/ame/matheduc/tme/tmeV16\\_1/TME16\\_3.pdf](http://math.nie.edu.sg/ame/matheduc/tme/tmeV16_1/TME16_3.pdf)
- Charmaz, K. (2003). Grounded Theory: Objectivist and constructivist methods. I N. K. Denzin & Y. S. Lincon (Red.), *Strategies for qualitative inquiry* (3. utg., s. 203-242). Sage Publications, Inc.

- Doerr, H. M. & English, L. D. (2006). Middle grade teachers' learning through students' engagement with modeling tasks. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9(1), 5-32.  
<https://doi.org/10.1007/s10857-006-9004-x>
- English, L. D. (2006). Mathematical Modeling in the Primary School: Children's Construction of a Consumer Guide. *Educational Studies in Mathematics*, 63(3). 303-323.  
<https://doi.org/10.1007/s10649-005-9013-1>
- English, L. D. & Watters, J., J. (2005). Mathematical modelling in the early school years. *Mathematics Education Research Journal*, 16(3). 58-79.  
<https://doi.org/10.1007/BF03217401>
- Ferri, R. B. (2013). Mathematical Modeling – The Teacher's Responsibility. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 26-31.  
<https://doi.org/10.7916/jmetc.v0i0.660>
- Galbraith, P. (2012). Models of Modelling: Genres, Purposes or Perspectives. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, Vol 1(5), 3-16.
- Haines, C., Galbraith, P., Blum, W. & Khan, S. (2007). *Mathematical Modelling: Education, Engineering and Economics – ICTMA 12*. Horwood Publishing
- Hana, Gert M. (2013). *Matematiske byggesteiner*. Caspar Forlag AS
- Høgheim, O. (2020). *Masteroppgaven i GLU*. Fagbokforlaget.
- Julie, C. (2002). Making relevance relevant in mathematics teacher education. I Vakalis, D. Hughes, Hallett, D. Quinney, & C. Kourouniotis (Red.), *Proceedings of the 2nd International Conference on the Teaching of Mathematics*.  
<http://users.math.uoc.gr/~ictm2/Proceedings/pap413.pdf>
- Klette, K., Lie, S., Ødegaard, M., Anmarkrud, Ø., Arnesen, N., Bergem, O., K. & Roe, A. (2008). *Rapport om forskningsprosjektet PISA+ (Pluss: Prosjekt om Lærings- og Undervisnings-Strategier i Skolen)*. Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling og Pedagogisk forskningsinstitutt. Lastet ned fra <https://docplayer.me/37784396-Rapport-om-forskningsprosjektet-pisa.html>
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Fastsatt som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020.  
<https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/>
- Kunnskapsdepartementet. (2019). *Læreplan i matematikk 1.-10.trinn (MAT01-05)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020.  
<https://www.udir.no/lk20/mat01-05>

- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervjuet* (3.utgave). Gyldendal Akademisk.
- Lorentzen, L. (2012). *Hva er matematikk?* Universitetsforlaget.
- Meld. St. 22 (2010-2011). *Motivasjon – Mestring – Muligheter – Ungdomstrinnet*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-22-2010--2011/id641251/>
- Meld. St. 28 (2015-2016). *Fag – Fordypning – Forståelse: En fornyelse av Kunnskapsløftet*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-28-20152016/id2483955/>
- Nielsen, K. L. (2012). *Student Response Systems in Science and Engineering Education* [Doktorgradsavhandling]. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. <https://web01.usn.no/~knielsen/forskning/Doktoravhandling.pdf>
- Norsk Senter for Forskningsdata. (u.å.). *Vanlige spørsmål*. Hentet 28.januar 2022 fra <https://www.nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/vanlige-sporsmal>
- NOU 1996: 22. (1996). *Lærerutdanning – Mellom krav og ideal*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-1996-22/id140669/>
- NOU 2014: 7. (2014). *Elevenes læring i fremtidens skole*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/NOU-2014-7/id766593/>
- OECD. (2017). *How does PISA for Development measure mathematical literacy?* OECD. <https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/9-How-PISA-D-measures-math-literacy.pdf>
- Opplæringslova - oppl. (1998). *Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa (opplæringslova)*. Lovdata. <https://lovdata.no/lov/1998-07-17-61>
- Postholm, M. B. & Jacobsen, D. I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Cappelen Damm AS.
- Schou, J., Jess, K., Hansen, H. C. & Skott, J. (2013). *Matematik for lærerstudierende - Tal, algebra og funksjoner 4. - 10. klasse*. Samfundslitteratur
- Skorpen, L. B. (2009). Nokre spesielle trekk ved arbeidet med matematikkfaget i begynnaropplæringa. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 14(3), 7–32. [http://ncm.gu.se/wp-content/uploads/2020/06/14\\_3\\_007032\\_skorpen.pdf](http://ncm.gu.se/wp-content/uploads/2020/06/14_3_007032_skorpen.pdf)
- Skott, J. (2015). The promises, problems, and prospects of research on teachers' beliefs. I H. Fives & M. G. Gill (Red.), *International Handbook of Research on Teachers' Beliefs*. (s. 13-30). Routledge.

<https://www.researchgate.net/publication/266774641> The promises problems and prospects of research on teachers' beliefs

Skaalvik, E. M. & Skaalvik, S. (2018). *Skolen som læringsarena: Selvoppfatning, motivasjon og læring* (3. utg). Universitetsforlaget.

Stacey, K. (2011). The PISA View of Mathematical Literacy in Indonesia. *Journal on Mathematics Education, Vol 2(2)*, 95-126. <http://dx.doi.org/10.22342/jme.2.2.746.95-126>

Stengrundet, S. & Valbekmo, I. (2019). *Begrepsforståelse i matematikk*. Realfagsløyper. Naturfagsenteret og Matematikksenteret. NTNU.

<https://realfagsloyper.no/sites/default/files/2019-03/T3.P1.M2A%20Begrepsl%C3%A6ring%20og%20begrepsforst%C3%A5else%20i%20matematikk.pdf>

Thomas, K. & Hart, J. (2013). Pre-service Teachers' Perceptions of Model Eliciting Activities. I R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines & A. Hurford (Red.), *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*. Dordrecht: Springer. [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-0561-1\\_46](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-0561-1_46)

Utdanningsdirektoratet. (2019, 18. november). *Hva er kjerneelementer?* Utdanningsdirektoratet. <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/stotte/hva-er-kjerneelementer/>

Utdanningsdirektoratet. (2020, 3. september). *Hva er nytt i matematikk?* Utdanningsdirektoratet. <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagspesifikk-stotte/nytt-i-fagene/hva-er-nytt-i-matematikk/>

Utdanningsdirektoratet. (2022a, 14. januar). *Eksempeloppgave (MAT01-05 Matematikk Del 2)*. Utdanningsdirektoratet. [https://www.udir.no/contentassets/a97119d8db0f476eb6f7e9d4adb51e41/del-med-hjelpemidler\\_ny.pdf](https://www.udir.no/contentassets/a97119d8db0f476eb6f7e9d4adb51e41/del-med-hjelpemidler_ny.pdf)

Utdanningsdirektoratet. (2022b, 8. mars). *Endringer i eksamen etter nye læreplaner*. Utdanningsdirektoratet. <https://www.udir.no/eksamen-og-prover/eksamen/slik-endrer-vi-eksamen/#>

Utdanningsdirektoratet. (2022c, 15. mars). *Innføring og overgangsordninger for nye læreplaner*. Utdanningsdirektoratet. <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/innforing-og-overgangsordninger-for-nye-lareplaner/#>

## Intervjuguide

Tidsramme: 30-60 minutter.

Mer enn 60stp i matematikk:        JA    /    NEI

Underviser skoleåret 21/22:        JA    /    NEI

- Hvordan tolker du modellering som begrep:
  
- Hvordan tolker du UDIR sin formulering av matematisk modeller som «en beskrivelse av verden»?
  
- På hvilken måte legger du til rette for bruk av modellering i de ulike matematiske emnene i egen undervisning?

Ønsker eksempler her.

- Fra LK06 til LK20 er modell/modellering nevnt nesten 4 ganger så mange ganger (fra 6 til 20 ganger), har du fått noe ytterligere kursing etter innføring av ny læreplan for å kunne legge til rette for modellering?
  
- Eventuelt noe du ønsker å utdype?

Oppfølgingsspørsmål:

*Kan du utdype dette?*

*Hva mener du med ...?*

*Fortell en situasjon der ...*

*Har du flere eksempler på dette?*

## **Vil du delta i forskningsprosjektet «Læreres syn på matematisk modellering»?**

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvordan matematisk modellering fra Kunnskapsløftet (LK20) i matematikkfaget tolkes og brukes av lærere. I dette skrevet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

### **Formål**

Forskningsprosjektet er en del av min masteroppgave i matematikdidaktikk på grunnskolelektorutdanningen 5-10 trinn. Omfanget av oppgaven er på 45 studiepoeng. Formålet med studien er å svare på problemsstillingen: «Hvordan erfarer og bruker matematikklærere på ungdomsskolen matematisk modellering i egen undervisning?».

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

Universitetet i Sørøst-Norge (USN) er ansvarlig for prosjektet.

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

Det er ønsket å snakke med matematikklærere på ungdomsskolen fordi modelleringsbegrepet er trukket frem og nevnt flere ganger i kompetansemålene i ny læreplan i matematikk, spesielt etter 8., 9. og 10. trinn.

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

Dersom du velger å delta i dette forskningsprosjektet, vil det innebære å delta på et intervju på ca 30-60 minutter hvor du snakker om egen tolkning av modellering i læreplanen samt hvordan du legger opp til bruk av modeller og modellering i egen matematikkundervisning. Intervjuet vil legges opp som en samtale, hvor målet er at du som intervjudeltaker skal snakke mest mulig og ikke bli avbrutt midt i tankerekker. Jeg tar lydopptak fra intervjuet. Du kan få se transkripsjonen min fra intervjuet i etterkant om ønskelig.

### **Det er frivillig å delta**

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

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

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Det er kun jeg, June Stave Pedersen, og min veileder, Kjetil Liestøl Nielsen, som vil ha tilgang til lydopptakene og notatene fra intervjuene. Navn og kjønn blir ikke notert ned og lydopptakene lagres på en minnepenn som kun jeg, June, har tilgang til. Lydopptakene vil transkriberes helt uten personopplysninger. I publikasjonen av masteroppgaven vil ikke deltakerne kunne gjenkjennes da det er de anonyme transkripsjonene som danner grunnlaget for analysen.. I oppgavene vil resultatene og svarene fremlegges anonymt. Det vil kun nevnes at det er lærere på 10. trinn og hvor mange studiepoeng du har, det nevnes ikke hvilke ungdomsskoler eller fra hvilken by lærerne som har deltatt er fra.

### **Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?**

Innleveringsfristen til masteroppgaven er 1. juni 2022 og sensurfristen er 6 uker i etterkant, ca 13. juli. Lydopptakene og all annen informasjon vil da slettes i sin helhet 13. juli, forutsatt at oppgaven godkjennes.



## Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Universitetet i Sørøst-Norge har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

### Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

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

- Ansvarlig student for prosjektet: June Stave Pedersen, epost: [junestavepedersen@hotmail.com](mailto:junestavepedersen@hotmail.com), tlf: 909 69 334
- Universitetet i Sørøst-Norge ved veileder Kjetil Liestøl Nielsen, epost: [kjetil.l.nielsen@usn.no](mailto:kjetil.l.nielsen@usn.no)
- Vårt personvernombud: Paal Are Solberg, epost: [personvernombud@usn.no](mailto:personvernombud@usn.no)

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

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost ([personverntjenester@nsd.no](mailto:personverntjenester@nsd.no)) eller på telefon: 53 21 15 00.

Med vennlig hilsen

*June Stave Pedersen*  
(Student USN)

---

## Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Læreres syn på matematisk modellering* og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet ca 13.juli 2022.

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

## Vurdering

09.12.2021

Skriv ut

### Referansenummer

732856

### Prosjekttittel

Modellering i matematikk

### Behandlingsansvarlig institusjon

Universitetet i Sørøst-Norge / Fakultet for humaniora, idrett- og utdanningsvitenskap / Institutt for matematikk og naturfag

### Prosjektperiode

01.12.2021 - 13.07.2022

[Meldeskjema](#)

### Dato

09.12.2021

### Type

Standard

### Kommentar

Det er vår vurdering at behandlingen vil være i samsvar med personvernlovgivningen, så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet 09.12.2021 med vedlegg, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og NSD. Behandlingen kan starte.

### DEL PROSJEKTET MED PROSJEKTANSVARLIG

For studenter er det obligatorisk å dele prosjektet med prosjektansvarlig (veileder). Del ved å trykke på knappen «Del prosjekt» i menylinjen øverst i meldeskjemaet. Prosjektansvarlig bes akseptere invitasjonen innen en uke. Om invitasjonen utløper, må han/hun inviteres på nytt.

### TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 13.07.2022.

### LOVLIG GRUNNLAG

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

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

### TAUSHETSPLIKT

Vi vil minne om at lærerne har taushetsplikt. Den strekker seg lenger enn å unnlate navnene til barna. Lærerne kan ikke fortelle historier på slik måte at andre opplysninger kan identifisere en nåværende eller tidligere elev direkte eller indirekte. Dere er i fellesskap ansvarlige for at elevene blir omtalt i generelle ordelag under samtalen. Vi anbefaler at dere diskuterer personvern i forkant av intervjuet.

### PERSONVERNPRINSIPPER

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

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

### DE REGISTRERTES RETTIGHETER

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

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

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

### FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

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

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

### MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde:

<https://www.nsd.no/personverntjenester/fyll-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema>

Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

### OPPFØLGING AV PROSJEKTET

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

Lykke til med prosjektet!