



Høgskulen på Vestlandet

Bacheloroppgave, vitenskapsteori og forskningsmetode

GBPEL412

Predefinert informasjon

Startdato:	02-10-2019 09:00	Termin:	2019 HØST
Sluttdato:	11-10-2019 14:00	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Individuell bacheloroppgave		
SIS-kode:	203 GBPEL412 1 BAC 2019 HØST		
Intern sensor:	Terje Olav Lerø		

Deltaker

Kandidatnr.: 204

Informasjon fra deltaker

Egenerklæring *: Ja

Jeg bekrefter at jeg har Ja
registrert oppgavetittelen
på norsk og engelsk i
StudentWeb og vet at
denne vil stå på
vitnemålet mitt *:

Jeg godkjenner avtalen om publisering av bacheloroppgaven min *

Ja

Er bacheloroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? *

Ja, LATACME - Learning About Teaching Argumentation for Critical Mathematics Education

Er bacheloroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? *

Nei



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

”Idealet om matematisk modellering i møte med virkelighetens skole”

Karoline Oppedal

Bachelorprogram: GBPEL412

Bacheloroppgave, vitenskapsteori og forskningsmetode

Institutt for språk, litteratur, matematikk og tolking

Veileder: Inge Skjælaaen

Innleveringsdato: 11. oktober 2019

Antall ord: 9752

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 10.

Abstract

The idea of inquiry-based mathematical learning in classrooms has received a lot of support from mathematical-didactical science over the last decades. Scientists advocating on behalf of inquiry-based activities, have stressed that working with mathematics in this way can be very beneficiary for a student's learning. In order to maximize a student's ability to apply mathematics to problems they face in their own lives, the inquiry-based method mathematical modelling has been especially accentuated as a favorable way of working with mathematics in school.

Despite the fact that this method has been seen as favorable within mathematical didactics for a long time, the use of it at Norwegian schools appears to be limited. When our new curricula are introduced at Norwegian primary schools from the Fall of 2020, inquiry-based learning and mathematical modelling will be two central areas of priority within mathematics. Enhanced knowledge about what it takes to increase the number of teachers using mathematical modelling as their preferred way of working in the classroom, will be important.

Thus, this study has sought to find causes for why the use of mathematical modelling in Norwegian schools is limited. I've done this through qualitative, scientific interviews where two teachers have elaborated on their personal experiences with the use of mathematical modelling at their workplace. The base of the study was the following challenge; "In what ways do teachers experience factors that potentially limit their use of mathematical modelling in the classroom?"

Because the efficacy of reform efforts rest largely with teachers, their voices need to be included in the design and implementation of inquiry-based curriculum. Only when the voices of researchers are in resonance with the voices of teachers can we begin to create harmonized reform-based instruction that is enduring. We hope that teachers' once muted voices will be raised loudly and clearly in the call to reform.

(Keys & Bryan, 2001, p. 642).

Innholdsfortegnelse

ABSTRACT	II
1.0 INNLEDNING	2
1.1 PROBLEMSTILLING	3
1.2 DISPOSISJON	4
2.0 TEORI	5
2.1 UTFORSKENDE VIRKSOMHET I MATEMATIKKFAGET	5
2.2 HVA MENES MED MATEMATISK MODELLERING?	6
2.3 UTFORSKENDE UNDERVISNING MED MATEMATISK MODELLERING.....	8
2.4 DEN DIDAKTISKE RELASJONSMODELLEN	9
3.0 METODE	10
3.1 BAKGRUNNEN FOR MINE METODEVALG	10
3.2 METODEVALG	11
3.2.1 <i>Kvalitativ metode</i>	11
3.2.2 <i>Kvalitativt forskningsintervju</i>	11
3.3 UTVALG	11
3.4 VALIDITET	12
3.4.1 <i>Validitet og generalisering</i>	12
3.4.2 <i>Validitet og reliabilitet</i>	13
3.4.3 <i>Validitet og min rolle</i>	14
3.5 FORSKNINGSETISKE HENSYN	15
3.5.1 <i>Personvern</i>	15
3.5.2 <i>Ansvar for å informere</i>	16
4.0 PRESENTASJON OG TOLKNING AV FUNN	16
4.1 UTFORDRINGER KNYTTET TIL ELEVFORUTSETNINGER	17
4.1.1 <i>Åpne opplegg versus tydelige rammer og oversikt</i>	17
4.1.2 <i>Elever som er vant med tradisjonell undervisning</i>	18
4.2 UTFORDRINGER KNYTTET TIL LÆRERFORUTSETNINGER	18
4.2.1 <i>Mangel på erfaring med matematisk modellering og utforskning</i>	18
4.2.2 <i>Dersom læreren ikke kjenner elevgruppen godt</i>	19
4.2.3 <i>Å skulle gi fra seg kontroll</i>	20
4.3 UTFORDRINGER KNYTTET TIL INNHOLD	20
4.3.1 <i>Å skulle finne på gode opplegg</i>	20
4.4 UTFORDRINGER KNYTTET TIL RAMMEFAKTORER	21
4.4.1 <i>Skolen mangler kunnskap om og fokus på matematisk modellering</i>	21
4.4.2 <i>Kolleger kan holde igjen</i>	22
4.4.3 <i>Dersom man er lærebokstyrt</i>	23
4.4.4 <i>Læreren mangler tid og overskudd</i>	23
4.5 OPPLEVDE UTFORDRINGER KNYTTET TIL MÅL	23
4.5.1 <i>Tydelige mål på tavlen</i>	23
4.5.2 <i>Elevinitiativer versus læreplanmål og nasjonale prøver</i>	24
4.6 OPPLEVDE UTFORDRINGER KNYTTET TIL VURDERING	24
5.0 DISKUSJON AV FUNN	25
6.0 AVSLUTTENDE KOMMENTAR	28
LITTERATURLISTE	30

Figurliste

Figur 1. Didaktisk relasjonstenkning (tilpasset etter Hiim og Hippe 1993 i Skaalvik & Skaalvik, 2013, s. 193)	9
---	---

1.0 Innledning

Da jeg gikk på skolen på nittitallet, fulgte matematikkundervisningen vanligvis den samme oppskriften: Læreren viste fremgangsmåter på tavlen, og vi øvde på disse ved å løse oppgaver i boken vår. Målet i faget var å få flest mulig av lærerens store, røde R-er for «riktig» ved siden av svarene våre. Vi fikk vite at matematikken var logikkens fag, men når jeg opplevde noe som ulogisk og spurte læreren hvorfor det var sånn, fikk jeg vanligvis ikke noe oppklarende svar tilbake. Jeg opplevde at vi bare lærte *hvordan* vi skulle komme frem til det rette svaret, men ikke *hvorfor* det ble riktig. Det følte mer som magi enn logikk.

Da jeg begynte som lærerstudent ved Høgskulen på Vestlandet (HVL) og skulle studere matematikk, var gleden derfor stor da jeg oppdaget at matematikkdiraktikken har gjennomgått en stor endring siden den gang. Da jeg leste hvordan Richard Skemp, en pioner innenfor fagområdet, argumenterte for at matematikkfaget bør handle mest om *hvorfor*, og ikke bare *hvordan* - for bare slik oppnår elevene faktisk forståelse for et fenomen - ble jeg overbevist om at arbeidsformer som baserer seg på dette prinsippet vil være fordelaktige i skolen (Skemp, 1976 s. 21).

Etter to år med fordypning i matematikkdiraktikk, er mitt etterlatte inntrykk at arbeidsmåter som følger Skemps prinsipp anses som *ønsket* praksis i skolen. Slike arbeidsmåter har som hensikt at elevene selv skal oppdage sammenhengene i matematikken, og da gjerne gjennom *utforsking* (Skemp s. 20-26). Utforskende, eller undersøkende, arbeidsmåter kjennetegnes ved at elevene, og læreren, har en vilje til å undre seg og stille spørsmål (Wells, 1999, s. 335).

Forskere som argumenterer for utforskende virksomhet, har vist at slike arbeidsformer kan være svært fordelaktige for elevenes læring, for å ruste dem til å kunne ta i bruk matematikk på problemer de møter i egne liv (Hana, 2016, s. 72). Fordi den lar elever arbeide med matematikk på problemer hentet fra virkeligheten, er *matematisk modellering* av mange matematikkdiraktikere ansett som en ideell arbeidsmåte som forbereder elevene på å ta i bruk matematikk utenfor skolen (Hana, 2013, s. 179).

Fordelene ved utforskende arbeidsmåter og matematisk modellering er ikke en nyhet i matematikkdiraktikken. Både sosiokulturelle og konstruktivistiske læringssyn har lenge

omtalt slik virksomhet som gunstig, og både utforskning og modellering er eksplisitt nevnt som formål ved matematikkfaget i dagens læreplanverk for Kunnskapsløftet (Hana, 2016, s. 72; Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 2). Til tross for dette, er min oppfatning etter å ha vært i praksis ved tre ulike skoler, at utforskende arbeidsmåter *i liten grad* blir benyttet. Hva er grunnen til dette?

Matematikkfaget ved lærerutdanningen på HVL er lagt opp etter et pensum som domineres av lærebøker og artikler som anbefaler bruken av utforskende arbeidsmåter i skolen. Selv har jeg et brennende ønske om å ta slike i bruk. I mine praksisperioder har jeg likevel erfart at jeg i mye mindre grad enn jeg ønsker har endt opp med å tilrettelegge for utforskende matematikkøker generelt, og matematisk modellering spesielt. Hvorfor det?

Når det nye læreplanverket blir tatt i bruk høsten 2020, vil utforskning og matematisk modellering stå som to av kjerneelementene i matematikkfaget, sammen med relaterte kunnskapsområder som problemløsning, resonnering og argumentasjon (Kunnskapsdepartementet, 2018, s. 15). Som nyutdannet matematikklærer, vil jeg komme ut i skolen oppdatert på didaktisk forskning om den nye læreplanens kjerneelementer. Jeg kommer til å ha lyst til å gjennomføre matematiske modelleringsopplegg med mine elever, men jeg mistenker at det kommer til å oppleves utfordrende å skulle få det til.

Fra høsten 2020 skal alle norske skoleelever ha rett på matematikkundervisning med utforskning og matematisk metode, ifølge det nye læreplanverket. Dersom mine opplevelser er representative, kommer dette behovet trolig ikke til å bli tilstrekkelig dekket.

1.1 Problemstilling

Journal of Research in Science Teaching publiserte i 2001 en artikkel av Carolyn W. Keys og Lynn A. Bryan ved universitetet i Georgia. Her kom de to forskerne med forslag om videre forskning som burde gjøres på utforskende arbeidsmåter i skolen. På bakgrunn av en omfattende litteratur-review de hadde gjennomført, hadde de kommet frem til at det eksisterte en rekke forhold som konkurrerte om å påvirke hva som foregikk i et klasserom. Ifølge Keys og Bryan var det bare læreren selv som hadde nok kjennskap til disse påvirkningene til å vite hva som skulle til for at det skulle være realistisk å få til utforskende aktiviteter i skolen (Keys & Bryan, 2001, s. 631, 642).

Jeg ønsket derfor å undersøke læreres opplevelser av utfordringer knyttet til å skulle tilrettelegge for utforskende virksomhet. Videre valgte jeg å konsentrere meg om matematisk modellering som arbeidsmåte. Dette valget gjorde jeg av flere grunner: Denne arbeidsmåten utgjør et kjerneelement i det nye læreplanverket, og det er samtidig denne metoden jeg selv har opplevd som mest utfordrende å tilrettelegge for ved mine praksisskoler. I tillegg foregår det for tiden et større matematikdidaktisk forskningsprosjekt under navnet LATACME (Learning About Teaching Argumentation for Critical Mathematics Education) ved Høgskulen på Vestlandet, som blant annet har som formål å øke kunnskapen om hvordan fremtidige lærere i større grad kan anvende modellering i grunnskolen.

På dette grunnlaget ble følgende problemstillingen i min bacheloroppgave:

Hvordan opplever lærere at ulike faktorer kan bidra til at de lar være å tilrettelegge for modellering i matematikundervisningen?

Formålet med denne studien er å identifisere slike utfordringer, for at man bedre skal kunne tilrettelegge for at det blir gjennomført matematisk modellering i den norske skolen.

1.2 Disposisjon

Det vil være nødvendig å vite hva undervisning med matematisk modellering går ut på, dersom man skal kunne forstå de utfordringene som oppstår i møte med denne arbeidsmåten i skolen. Derfor vil det teoretiske rammeverket i denne oppgaven først bestå av en forklaring av utforskende virksomhets egenart, og hvordan undervisning med matematisk modellering fortøner seg. Videre vil jeg presentere den didaktiske relasjonsmodellen. Dette er en modell som kan brukes for planlegging og refleksjon over undervisningspraksis, ettersom den viser de overordnede faktorene som en lærer må ta hensyn til i sin undervisning. Denne modellen utgjorde strukturen i intervjuguiden i studien, og analysen av funnene ble også gjort med utgangspunkt i denne.

Etter at det teoretiske rammeverket er lagt fram, følger metodedelen i oppgaven. Her forklarer jeg hvorfor jeg gjennomføre en kvalitativ studie med forskningsintervju som metode, og jeg reflekterer over valgene jeg har tatt, med tanke på utvalg, validitet og forskningsetikk.

De utfordringene som det gjennom intervjuene kom frem at informantene opplever, vil så legges frem og analyseres. Funnene struktureres da etter kategoriene i den didaktiske relasjonsmodellen. Dette etterfølges av en diskusjon av funnene. Her diskuterer jeg hva funnene samlet kan fortelle oss og hvilke implikasjoner de gir. Konkrete forslag til tiltak som bør settes i gang, foreslås i min avsluttende kommentar.

2.0 Teori

2.1 Utforskende virksomhet i matematikkfaget

Med *utforsking* menes det å undersøke eller granske noe («Utforske», u.å.). Utforskende aktivitet i matematikkfaget oppstår når deltakerne forsøker å finne svar på sine spørsmål gjennom å bygge kunnskap, ofte i samarbeid med andre, både praktisk og teoretisk (Wells, 1999, s. 335).

For å nærmere forklare hva som menes med utforskende virksomhet, er det naturlig å sette det opp mot det Ole Skovsmose (2003) kaller *oppgavediskursen*; en diskurs som tradisjonelt har dominert matematikkundervisningen i norske skoler. Typisk for denne undervisningsformen er at læreren gjennomgår nytt stoff i plenum, og viser elevene hvilken fremgangsmåte som gir dem rett svar på noen eksempeloppgaver. Videre får elevene øve på å svare korrekt på lignende oppgaver. Denne formen for undervisning er i stor grad rutinepreget. Fokuset er på automatisering av ferdigheter og kunnskaper, og målet er å svare riktig på oppgaven (Skovsmose, 2003, s. 148; Mellin-Olsen, 1996, s. 9; Johnsen-Høines & Rangnes, 2016, s. 103-104).

Dersom en matematikklærer derimot tilrettelegger for utforskende virksomhet, handler dette om å la elevene selv få oppdage matematikken, i stedet for at de skal få kunnskapen overført fra lærer eller lærebok (Hana, 2016, s. 72). “The learner shall invent something that is new to him but well-known to the guide” (Freudenthal, 1991, s. 48). Læreren skal altså tilrettelegge for at elevene «gjenoppfinner» matematikken, på måter som minner om slik matematikere en gang oppdaget den (Fyhn, Teig & Pedersen, 2016, s. 8). For å tilrettelegge for at elevene skal oppdage systemer og mønstre i matematikken, gir læreren dem åpne oppgaver, vanligvis i

form av en problemstilling, som kan tilnærmes på ulike måter, og hvor de må gå utover den kunnskapen de allerede besitter for å komme fram til løsninger. Slike økter preges dermed av at elevene aktivt, og vanligvis i samarbeid, må arbeide for å finne ut hvordan de kan løse problemet på best mulig måte. Elevene får prøve seg frem, forme hypoteser, teste dem ut, prøve og feile, og prøve igjen (Hana, 2016, s. 79; Skott, Jess & Hansen, 2008, s. 407).

Når det legges opp til at elevene selv skal ta avgjørelser underveis, blir lærerrollen en annen enn innenfor oppgavediskursen. Lærerens oppgave er å velge utgangspunkt for den utforskende virksomheten, å oppmuntre elevene til å sette ord på det de tenker og lytte til hverandres idéer, diskutere og argumentere for sine strategivalg. Videre er det lærerens oppgave å stille gode spørsmål som er fruktbare for prosessen, og støtte elevene i å reflektere over hvilken kunnskap som konstrueres underveis. Læringen skjer altså i stor grad gjennom at elevene utforsker sine egne løsningsforslag (ibid.).

Elevene oppmuntres i løpet av utforskningen til å stille nye spørsmål til det de oppdager, for å dykke videre inn i fenomenet de arbeider med. Utforskende virksomhet er altså prosessorientert, ettersom det først og fremst handler om den læringen som skjer underveis i prosessen, i motsetning til tradisjonell målorientering med fokus på det rette svaret (Hana, 2016, s. 88-89; Skott, Jess & Hansen, 2008, s. 28).

Ole Skovsmose har introdusert begrepet *undersøkelseslandskap* om denne formen for virksomhet i matematikkundervisningen. Ifølge Skovsmose kan læreren invitere elevene inn, men et undersøkelseslandskap vil bare finne sted dersom elevene tar imot lærerens invitasjon og hengir seg til utforskningen med spørsmål som «*Hva hvis...?*» og «*Hvorfor er det slik?*» (Skovsmose, 2003, s. 148). Spørsmålene som stilles som utgangspunkt for utforskningen må dermed oppleves som meningsfylte for elevene, enten i kraft av at de er knyttet til noe som engasjerer elevene, gjerne i deres egne liv, eller at de opplever spørsmålene som vitenskapelig relevante (Dorier & Garcia, 2013, s. 838). I matematikdidaktikken har denne typen spørsmål av flere vært omtalt som *autentiske spørsmål* (Lindfors, 1999, s. 57).

2.2 Hva menes med matematisk modellering?

Dersom man tar utgangspunkt i noen bestemte forhold i det virkelige liv og lager en forenklet modell av disse for å kunne arbeide med problemet ved hjelp av matematikk, kalles dette *matematisk modellering* (Blomhøj, 2003, s. 51). Modelleringen skjer ved at man henter ut den

informasjonen som er avgjørende for å kunne representere den aktuelle situasjonen på en hensiktsmessig måte, og at denne oversettes til «et matematisk språk med matematiske problemstillinger, med nødvendige symboler og matematiske uttrykk» (Røsseland, 2005, s. 49).

Matematikken er et stort vitenskapsfelt som favner om en rekke disipliner, og tilbyr dermed en stor verktøykasse av ideer, objekter og relasjoner som på ulike måter kan brukes for å representere en situasjon, avhengig av hvilke forhold det gjelder (Blomhøj, 2003, s. 52). Dermed kan matematiske modeller innta svært mange ulike former: Om man skal representere et rom, kan en plantegning være et naturlig matematisk uttrykk for dette, skal man lage en modell for et konstant forhold, kan det være aktuelt å representere dette med et funksjonsuttrykk, og lister man en rekke observasjoner opp i en tabell, blir dette også en matematisk modell av virkeligheten, ettersom innholdet i tabellen representerer de observasjonene man har funnet i den reelle situasjonen.

Hana (2013) viser til flere matematikdidaktiske forskere når han beskriver matematisk modellering som en prosess (Lesh & Doerr; Mousoulides referert i Hana, 2013, s.183-184). En vanlig måte å presentere modelleringsprosessen på, er som en firetrinnssyklus. Første steg er å ta utgangspunkt i en virkelig situasjon, strukturere og forenkle den, og forsøke å beskrive den ved hjelp av matematikkens språk. Det er i denne fasen at man gjennom å oversette virkelighet til matematikk, å *matematisere*, lager en matematisk modell (ibid; Røsseland, 2005, s. 49). Videre utvikling og arbeid med modellen skjer i de neste fasene av syklusen: I andre fase kan man ta i bruk modellen for å foreta utregninger eller analyser av det reelle fenomenet. Arbeidet man gjør i denne fasen kan gi grunnlag for at man i tredje fase kan danne hypoteser om hva som vil skje i den virkelige situasjonen. I fjerde fase kan man ta med seg det man har kommet fram til tilbake til den virkelige situasjonen, og se om hypotesene blir bekreftet eller avkreftet av de faktiske hendelsene. Dersom hypotesen viser seg å stemme, gir det støtte til antakelsen om at man har kommet fram til en funksjonell modell. Dersom hypotesen ikke bekreftes, vil det være en indikator på at man må foreta justeringer av modellen. I arbeidet med modellen kan man bevege seg frem og tilbake mellom de ulike fasene for å videreutvikle modellen til å gjengi virkeligheten på en best mulig måte. Man behøver derfor ikke følge fasene i en bestemt rekkefølge for at noe skal kvalifisere som en modelleringsprosess; så lenge man matematiserer, betyr det at man utvikler en matematisk

modell, og resten av syklusen handler dermed om å optimalisere og eventuelt ta i bruk den aktuelle modellen (Hana, 2013, s. 183-184).

2.3 Utforskende undervisning med matematisk modellering

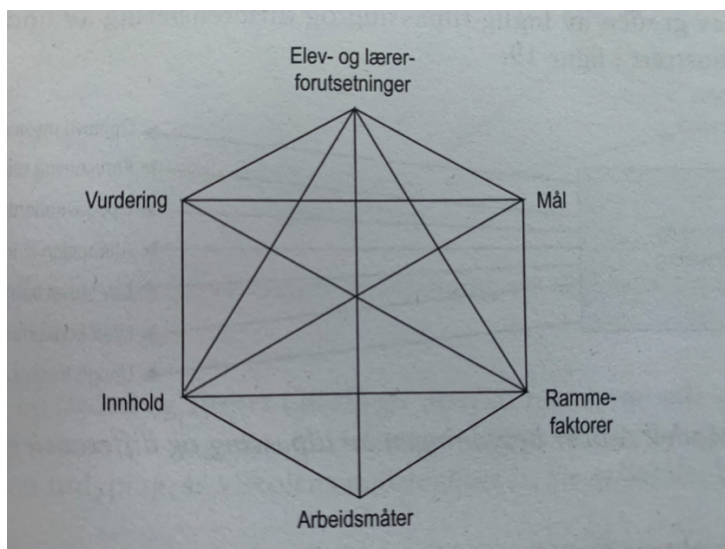
Ettersom utforskende undervisningsformer legger opp til at elevene i stor grad påvirker hvordan arbeidet utarter seg, kan økter med matematisk modellering se svært ulike ut. Likevel vil den matematiske modelleringen som prosess alltid starte med en problemstilling, og prosjektet vil videre utvikle seg i takt med modelleringsprosessen. Med dette som utgangspunkt, kan man likevel sammenfatte noen naturlige fellestrekk ved slike prosjekter i skolen. Skånstrøm og Blomhøj (2016) omtaler tre hovedfaser i et undersøkende undervisningsforløp: «(1) Iscenesættelse, (2) Elevernes undersøgende arbejde og (3) Fælles refleksion og faglig læring» (Skånstrøm & Blomhøj, 2016, s. 92). Første fase kan oppstå spontant, eller den kan være planlagt, men i ordvalget «iscenesettelse» ligger en anmodning om å benytte seg av virkemidler som på en eller annen måte skal treffe publikummet. Dan Meyer har på samme måte tatt utgangspunkt i Aristoteles' treaktsstruktur for historiefortelling, og omtaler de tre nevnte fasene som *akter*. Han vektlegger nødvendigheten av å gripe elevene i første akt, for bare slik vil undersøkelseslandskapet åpne seg for dem (Meyer, 2011; Jensen & Tørdal, 2018; Skovsmose, 2003, s. 148).

I andre fase skjer ifølge Skånstrøm og Blomhøj selve arbeidet med den matematiske modelleringen (Skånstrøm & Blomhøj, 2016, s. 92). Avhengig av problemets omfang og de rammene læreren setter for arbeidet, kan denne fasen vare i alt fra én økt til mange uker. Karakteristisk for arbeid med matematisk modellering som arbeidsmåte, er at det vanligvis er forholdsvis omfattende og tidkrevende prosesser som læreren ikke har samme grad av kontroll på, sammenlignet med tradisjonelt arbeid i læreboken (Hana, 2013, s. 211). Også støynivået i et utforskende klasserom skiller seg fra det som har vært typisk i oppgaveparadigmet. Som utforskende aktivitet legges det opp til at elevene skal være aktive og engasjerte i arbeidet med modellering. Det fører vanligvis med seg at klasserommet fylles av stemmer som planlegger og diskuterer (Skånstrøm & Blomhøj, 2016, s. 90). I utviklingen og utprøvingen av modeller, kan det og oppstå behov for ulike hjelpemidler og tilgang på andre ressurser enn hva det vanligvis er behov for i matematikkundervisningen. Kanskje elevene må bruke mye tid på å finne informasjon på internett eller biblioteket, kanskje de trenger kasser til å stable oppå hverandre, kanskje de må se hva som skjer når noe fylles med vann eller måle hvor stor fotballbanen er. Noen undersøkelser kan kreve at de beveger seg ut

av klasserommet, enten for å benytte skolens andre arealer, eller for å dra på ekskursjon og sanke informasjon eller teste hypoteser andre steder. Når elevene oppfordres til å ta initiativer, slipper læreren samtidig deler av kontrollen over opplegget. Avhengig av hvor mye spillerom elevene får, kan kanskje modelleringsprosessen utvikle seg på måter som læreren ikke hadde forutsett. Dermed har ikke læreren den samme grad av kontroll som i oppgaveparadigmet, og forutsigbarheten og oversikten som tradisjonelle undervisningsformer kan gi elevene, må, i hvert fall til en viss grad, vike plassen for det handlingsrommet de blir gitt (Dalvang, 2006, s. 42).

2.4 Den didaktiske relasjonsmodellen

Når en lærer skal bestemme seg for hvilket undervisningsopplegg hun ønsker å gjennomføre med sine elever, vil det alltid være en rekke hensyn som vil påvirke de avgjørelsene hun tar. Å bestemme seg for å bruke matematisk modellering som arbeidsmåte i undervisningen, avhenger derfor av de mange forholdene som læreren må tilrettelegge for. En modell som viser disse forholdene, i form av overordnede kategorier, er *den didaktiske relasjonsmodellen*. Dette er en modell for planlegging av og refleksjon over egen undervisningspraksis som er mye brukt i lærerutdanningene i Norge. Modellen består av de mest sentrale faktorene i en undervisningssituasjon som en lærer alltid må ta hensyn til når hun planlegger undervisningsopplegg: *Mål, innhold, arbeidsmåter, vurdering, elev- og lærerforutsetninger og rammefaktorer* (Hiim & Hippe, referert i Skaalvik & Skaalvik, 2013, s. 192-193).



Figur 1. Didaktisk relasjonstenkning (tilpasset etter Hiim og Hippe 1993 i Skaalvik & Skaalvik, 2013, s. 193)

Prinsippet bak den didaktiske relasjonsmodellen er at dersom du endrer én av faktorene, vil alle de andre faktorene bli påvirket. Dersom en lærer ønsket å ta i bruk utforskende matematikkundervisning i skolen, ville dette valget av arbeidsmåte altså ha påvirket, eller blitt påvirket av, en rekke forhold som hører inn under hver kategori i modellen. Hvilke forhold er det snakk om? Og hvilke av disse forholdene kan oppleves som utfordringer når dette valget skal tas? Denne studien vil videre forsøke å identifisere slike forhold. Først følger en utgreiing av de metodevalg som ble gjort i dette arbeidet, etterfulgt av de funnene metoden ledet frem til (ibid.).

3.0 Metode

3.1 Bakgrunnen for mine metodevalg

Når denne studien undersøker menneskers *opplevelser* av virkeligheten, går den inn under samfunnsvitenskapen som fagområde. Alle mennesker opplever verden på ulike måter, ut fra sitt unike utgangspunkt. Når virkeligheten i tillegg er veldig kompleks og i stadig endring, blir det uaktuelt å forsøke å finne absolutte sannheter om et fenomen på bakgrunn av en samfunnsvitenskapelig studie (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 21; Berg, 2015). Når det gjelder skolen, vil kompleksiteten ved en undervisningssituasjonen handle om at det alltid vil være en rekke forhold som har direkte eller indirekte påvirkning på undervisningen. Disse forholdene kan variere fra skole til skole, fra år til år, dag til dag, og fra time til time på den samme skolen. Ikke minst vil undervisningssituasjonen alltid formes av de menneskene som deltar i den, både lærer og elever, og hvordan den bestemte gruppen fungerer samlet. Når målet med min studie er å prøve å identifisere hvilke utfordringer som potensielt kan stå i veien for at en lærer setter i gang matematisk modellering med sine elever, vil det av denne grunn være vanskelig å lage en komplett liste over slike utfordringer. Det er heller ikke målet med min studie. Økt kunnskap om hvilke utfordringer som *kan* bidra til at en lærer lar være å velge modellering som metode, vil forhåpentligvis bidra til at det blir gjort grep som bedre tilrettelegger for matematisk modellering i skolen.

På bakgrunn av disse vurderingene utformet jeg forskningsdesignen for denne studien. For å utvikle en forskningsdesign som passet best mulig til mitt forskningsspørsmål, måtte jeg ta

bevisste valg både når det gjaldt metode, utvalg, validitet og forskningsetikk (Krumsvik, 2014, s. 49-51).

3.2 Metodevalg

3.2.1 Kvalitativ metode

For å identifisere mulige utfordringer, ønsket jeg å få mest mulig kjennskap til den konteksten matematisk modellering skal foregå innenfor. Med det mener jeg hvilke forhold som ligger til grunn for en matematikkøkt på barnetrinnet, og som en lærer må ta hensyn til i sin undervisningsplanlegging. Jeg vurderte det derfor som hensiktsmessig å gjennomføre en studie som kunne romme kompleksiteten i en undervisningssituasjon og planleggingen av denne. Slik ble kvalitativ metode det naturlige valget for denne studien, ettersom det å konsentrere seg om noen få informanter gir muligheter til å gå i dybden, og til å danne et sammensatt bilde av informantens situasjon (Krumsvik, 2014, s. 15, 21).

3.2.2 Kvalitativt forskningsintervju

Det er læreren som i sin planlegging avgjør hvilke metoder hun vil ta i bruk i undervisningen, og det er bare den enkelte lærer som selv kan vite hvilke hensyn som påvirker de valgene hun tar i sin planlegging. Studien krevde dermed en fremgangsmåte som kunne gi tilgang til matematikklæreres opplevelser av egen virkelighet, og forskningsintervjuet ble derfor valgt som metode. Andre fordeler ved intervjusituasjonen er blant annet at den gir rom for å utdype eller oppklare, og slik unngå misforståelser som kan true studiens validitet (Krumsvik, 2014, s. 123; Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 78).

Intervjuene i studien er semistrukturerte, fordi denne intervjuformen tillater at intervjuet til en viss grad følger en intervjuguide, samtidig som det er så fleksibelt at det muliggjør at læreren kan presentere sin virkelighet slik hun selv opplever den (Krumsvik, 2014, s. 124-125).

3.3 Utvalg

Jeg vurderte både lærerstudenter og lærere som kanskje manglet kjennskap til matematisk metode som potensielle informanter i denne studien. Lærere som tar etterutdanning i matematikk, har imidlertid både kunnskapen om praktisk utforskende matematikk som lærerstudentene har, i tillegg til at de som erfarne lærere har et reelt bilde av hvordan det er å

planlegge og gjennomføre matematikkundervisning i skolen. Dermed vurderte jeg dette som gode kandidater for min studie. For å kunne undersøke koherensen mellom besvarelser, og slik styrke studiens validitet, var det nødvendig med flere enn én informant (Krumsvik, 2014, s. 48). Oppgavens begrensninger gjorde det imidlertid naturlig å begrense seg til to personer. De to informantene i denne studien holdt på å fullføre sin etterutdanning i matematikk ved Høgskulen på Vestlandet da intervjuene ble gjennomført. Etter en forelesning ved denne utdanningen informerte jeg om at jeg søkte informanter til min studie, og tre kandidater meldte sin interesse. Valget falt på de to kandidatene som var mest tilgjengelige.

3.4 Validitet

En studies *validitet* handler om i hvilken grad forskningsresultatene er troverdige og gyldige. Å sikre at et forskningsprosjekt har høy validitet, handler dermed om å kontrollere for feil og unøyaktigheter (Dahlum, 2018; Krumsvik, 2014, s. 155).

3.4.1 Validitet og generalisering

I denne studien dreier spørsmålet om validitet seg om forskningsresultatene faktisk representerer de to informantenes opplevelser av å skulle legge til rette for matematisk modellering (Krumsvik, 2014, s. 152). Dersom funnene i studien hadde vært presentert utelukkende som to informanters opplevelser, ville det ikke være avgjørende at resultatene var representative for matematikklærere i den norske grunnskolen generelt for å kunne si at oppgaven hadde god validitet. Når studien imidlertid til en viss grad *generaliserer* på bakgrunn av data innsamlet fra to informanter, vil spørsmålet om god validitet også handle om resultatene representerer en virkelighet som de fleste matematikklærere i grunnskolen kan kjenne seg igjen i (Krumsvik, 2014, s. 153). Det er ingen tvil om at man skal være forsiktige med å generalisere på bakgrunn av to informanters opplevelser. Jeg vil derfor i min diskusjon av funnene ikke konkludere med noe, men i stedet oppfordre til videre arbeid med og bevisstgjøring om de aspekter som resultatene viser at *kan* være *mulige* utfordringer. En annen grunn til at studien ikke søker å komme med noen absolutter, er for å unngå at fagfeltet overser mulige utfordringer som ikke har kommet frem i denne studien.

Forskeren kan aldri kontrollere for alle tenkelige biaser. Målet blir å sikre så god validitet som mulig gjennom høy bevissthet rundt alle valg som blir tatt i studien (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 24). Jeg vil nå trekke frem de momenter som jeg har ansett som mest avgjørende i dette henseende.

3.4.2 Validitet og reliabilitet

Forskningsresultatene i et forskningsprosjekt kan bare være gyldige dersom vi faktisk har undersøkt det vi tror vi har undersøkt (Krumsvik, 2014, s. 152). For å sikre dette, krever det nøyaktighet i innsamlingen og bearbeidingen av studiens data. Slik dreier studiens *reliabilitet* seg om hvor *pålitelige* studiens data er, avhengig av nøyaktigheten i arbeidet (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 23). I min studie er spørsmål om reliabilitet særlig knyttet til mitt arbeid med intervjuguiden, min formulering av spørsmål i intervjusituasjonen, og transkripsjonen og analysen av intervjuene.

3.4.2.1 Utviklingen av intervjuguiden

Informantene deltok i denne studien mens de enda ikke hadde fullført sin etterutdanning i matematikk. Derfor var det ikke en selvfølge at de enda var trygge på de sentrale begrepene i intervjuet. Av denne grunn startet intervjuene med en begrepsavklaring.

Jeg ønsket videre å utvikle en intervjuguide som så systematisk som mulig tok for seg de ulike aspekter en lærer må forholde seg til når hun planlegger sin undervisning. Jeg kom derfor frem til at jeg ville legge opp intervjuet etter den didaktiske relasjonsmodellen. Faktorene i modellen er overordnede, og tilknyttet dem er en rekke momenter som jeg ønsket å undersøke om hadde innvirkning på lærerens valg. Problemet var imidlertid at det ikke finnes en liste over for eksempel alle rammefaktorer som *kan* ha en eller annen form for påvirkning på en lærers undervisning. Dermed endte jeg opp med å måtte lete i bøker og på internett etter slike forhold, men jeg måtte i stor grad bruke egen erfaring og egne idéer om hvilke forhold som kan spille inn, for å prøve å dekke så mange aspekter som mulig. Med tanke på at det er lite sannsynlig at jeg alene kommer på alle aspekter som bør løftes frem, valgte jeg å gjennomføre et semistrukturert intervju. Ved å la informantene snakke så fritt som mulig, var målet at de selv skulle få sjansen til å komme med poenger som jeg ikke selv hadde tenkt over. Intervjuguiden skulle dermed primært brukes til å utfylle og utfordre informanten til å tenke igjennom aspekter som hun ikke bevisst hadde reflektert over tidligere. Informantenes to ulike besvarelser ville og forhåpentligvis bidra til et mer helhetlig bilde. Det er likevel stor sjanse for at bildet som ble tegnet ikke er helt komplett. Det er likevel sannsynlig at det var forhold som ikke ble løftet frem i intervjuet som kan utgjøre utfordringer. Derfor måtte jeg ta forbehold om dette da jeg analyserte og diskuterte funnene i studien.

3.4.2.2 Gjennomføringen av intervjuene

Intervjuene ble mye friere enn jeg hadde forestilt meg på forhånd. Jeg lot informanten i stor grad snakke fritt, og kom for det meste bare med oppfølgingsspørsmål dersom hun hadde snakket om en faktor i den didaktiske relasjonsmodellen, men ikke kommet innom alle momentene jeg hadde listet opp i intervjuguiden. Mot slutten av intervjuet minnet jeg om problemstillingen og ba informanten om å oppsummere sine hovedpoenger. Dette gjorde jeg for å sikre at jeg fremstiller informantenes oppfatninger så korrekt som mulig. Jeg ga dem og mulighet til å nevne noen aspekter som de ikke mente at vi hadde vært innom, med mål om å ikke overse viktige poenger.

En fare ved å la samtalen flyte fritt, var blant annet at spørsmålsformuleringene mine ble til underveis. Jeg anstrengte meg derfor, så formuleringene skulle være så nøytrale som mulig. Jeg ville unngå at min forutinntatthet skulle prege besvarelsene. Jeg var svært bevisst dette hele veien, og unngikk å gi informanten tilbakemeldinger på besvarelsene underveis.

For å sikre at jeg undersøkte det jeg faktisk skulle undersøke, repeterte jeg problemstillingen flere ganger i løpet av intervjuet og spurte eksplisitt om informanten opplevde det vi snakket om som et forhold som utfordret hennes avgjørelse om arbeidsmåte i matematikkfaget, eller ikke.

3.4.2.3 Transkripsjonen og analysen av funnene

Jeg har vært så stringent som mulig i arbeidet med å transkribere og analysere oppgaven, ved å gjøre en nøye transkripsjon og en analyse som bare gjengir informantenes opplevelser, ikke mine egne meninger om disse. Den utvelgelsen jeg har gjort av utfordringer som er tatt med i oppgaven, og de som ikke er tatt med, vil imidlertid alltid være preget av min oppfatning av hvordan informantene uttrykket seg. Jeg har hørt igjennom intervjuene flere ganger for å unngå dette i størst mulig grad (Krumsvik, 2014, s. 155-156)

3.4.3 Validitet og min rolle

I kvalitative studier som denne, er en av hovedutfordringen at forskerrollen står så sentralt. Jeg har selv utviklet forskningsdesignen i studien, bestemt det teoretiske rammeverket og laget intervjuguiden. Ikke minst har jeg møtt informantene og gjennomført intervjuene med dem, i tillegg til å analysere svarene deres. I alle deler av prosessen står jeg, med mine tanker,

meninger, handlinger og fremtreden, i fare for å påvirke forskningsresultatene. Alt jeg foretar meg i prosjektet bør vurderes med tanke på studiens validitet (Krumsvik, 2014, s. 156).

Når denne studien har som formål å fremme bruken av matematisk modellering, kan informantene ha blitt påvirket av min holdning til arbeidsmåten, og dermed stilt seg mer positive til den enn hva de egentlig er. Det er ikke sikkert de ville vært like positivt innstilt til å gjennomføre matematisk modellering dersom de ikke var klar over formålet med studien.

Jeg har i all kontakt med informantene vært bevisst at jeg som tilstedeværende forsker kan påvirke intervju situasjonen og informanten. Jeg har derfor prøvd å tilrettelegge for stor takhøyde, og ved å la informantene være anonyme i oppgaven, lagt til rette for at de skal kunne snakke fritt. Jeg opplevde det også som at begge informantene var interessert i å bidra med det de kunne, og at begge snakket avslappet og åpent.

Jeg har vært svært bevisst avgjørelsene jeg har tatt i forskningsprosessen, og forsøkt å presentere mine data så nøytralt som jeg kan. Å strukturere intervjuet etter den didaktiske relasjonsmodellen var et grep som gjorde dette lettere. De utfordringene som presenteres som funn i oppgaven, er de momentene som informantene selv fremhevet i sin oppsummering, i tillegg til de forholdene som de tydeligst fremhevet som utfordringer i løpet av intervjuene. Her kan likevel mine vurderinger være upresise, og i presentasjonen av funnene står jeg dermed i fare for å vektlegge enkelte momenter i for stor eller liten grad.

3.5 Forskningsetiske hensyn

Forskningsetikk handler om å ha høy etisk bevissthet gjennom hele forskningsprosjektet. Det handler om å ha kunnskap om de prosedyrer man som forsker er forpliktet til å følge når man skal gjøre en datainnsamling, for å ivareta sitt etiske og juridiske ansvar (Krumsvik, 2014, s. 165-169; Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 41).

3.5.1 Personvern

Når jeg i dette prosjektet har behandlet personopplysninger, har jeg hatt ansvar for å gjøre det med respekt for informantenes integritet og privatliv, slik at jeg unngår å gjøre skade (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 47). Fordi jeg gjorde lydopptak av intervjuene, og slik innhentet personopplysninger, var jeg pliktig å melde disse inn til Norsk senter for forskningsdata (NSD, 2018). I forkant av datainnsamlingen, meldte jeg inn

forskningsprosjektet og mottok forhåndsgodkjenning fra NSD.

For å sikre at mine informanter kunne snakke fritt om sine arbeidsforhold, sin skole og sin elevgruppe uten at det skulle være fare for at noen av de nevnte skulle kunne identifiseres, var det viktig å sørge for full anonymisering av informantene. I intervjuene ble det derfor aldri nevnt navn på personer eller skoler. Jeg gjorde lydopptak av intervjuene, og for å unngå at noen skal kunne kjenne igjen stemmene til informantene, ble lydopptakene slettet så snart intervjuene var transkribert. Forskningsprosjektet LATACME får av samme grunn bare tilgang på det transkriberte materialet.

3.5.2 Ansvar for å informere

Før informantene deltok i intervjuene, fikk de tilsendt informasjonsskriv både om mitt forskningsprosjekt og forskningsprosjektet LATACME. Her ble de informert om formålene med prosjektene og om hva deltakelse ville innebære for dem. De fikk også informasjon om hvem de kunne kontakte dersom de hadde spørsmål til prosjektet. De ble informert om at jeg ville gjøre lydopptak, og om behandlingen av lyd materialet og det transkriberte materialet. Begge informasjonsskrivene avsluttet med en samtykkeerklæring, hvor informanten kunne signere på at prosjektene kunne få behandle hennes opplysninger.

4.0 Presentasjon og tolkning av funn

Begge informantene i denne studien var tydelige på at etterutdanningen i matematikk har åpnet øynene deres for utforskende undervisning og matematisk modellering som arbeidsmåte. De opplever likevel at det eksisterer en del forhold som kan utfordre dem i valget om å skulle ta i bruk matematisk modellering med sine elever. De forholdene som slik ble fremhevet som utfordringer i intervjuene med informantene, utgjør funnene i denne studien. Disse forholdene vil nå presenteres under kategoriene i den didaktiske relasjonsmodellen, ettersom disse kategoriene utgjør de mest sentrale, overordnede faktorene som en lærer må ta hensyn til i sin planlegging av undervisning. Prinsippet med denne modellen er at de ulike kategoriene påvirker hverandre. Én av kategoriene i modellen er *arbeidsmåte*. Når læreren vurderer å ha matematisk modellering som arbeidsmåte i sin undervisning, vil altså dette valget påvirke de øvrige kategoriene; *elev- og lærerforutsetninger, innhold, rammefaktorer, mål og vurdering*. På samme måte vil ikke

valget av arbeidsmåte være upåvirket av alle de andre forholdene som læreren må ta hensyn til. Enkelte av forholdene kan altså til og med utfordre dette valget.

De utfordringene som nå vil presenteres, er de som informantene selv fremhevet som de største. Informantenes opplevde utfordringer vil videre presenteres som direkte sitater i kursiv skrift.

4.1 Utfordringer knyttet til elevforutsetninger

4.1.1 Åpne opplegg versus tydelige rammer og oversikt

«Det er noe helt annet å lese om et slikt prosjekt og tenke «yes», til å kjenne en elevgruppe og vite hvilke utfordringer som ligger der» (Informant 2).

Begge informantene opplever at de må ta en rekke hensyn til sine elever når de planlegger sin undervisning, både på individ- og gruppenivå. Informantene nevner særlig utfordringer forbundet med at slike undervisningsopplegg er mer åpne enn tradisjonelle undervisningsopplegg:

«Noen elever må ha veldig tydelige rammer, hvis ikke blir de utrygge, og da kan det skje veldig mye rart i et klasserom, som ikke har med læring å gjøre. Det kan være så forstyrrende at læringen til de andre elevene blir ødelagt» (Informant 1).

«Når jeg sier atferd, så tenker jeg mer på utagerende atferd, det er mer slåing, mye voldsomme ting» (Informant 2).

Begge informantene trekker frem utagerende elever som en potensiell utfordring. Informant 2 forteller at hun har erfaring med klasser med så utagerende elever at det krevde et veldig stramt regime. Likevel sier hun videre at dette kanskje er feil måte å møte utagerende elever på; at de rastløse elevene kanskje trenger å få være aktive.

«Andre har dette med forutsigbarheten, at de ikke får gjort noe hvis det ikke er stramt nok» (Informant 2).

Ifølge begge informantene er det en god del elever som av ulike grunner er avhengige av forutsigbarhet og tydelige rammer i skolen. Dette er blant annet forbundet med en del diagnoser. Begge informantene er av den oppfatning at den matematiske modelleringens åpne og uforutsigbare natur, kan være en utfordring i møte med slike elever.

4.1.2 Elever som er vant med tradisjonell undervisning

En utfordring de to fremhever, er særlig at tradisjonell undervisning i stor grad er lærerstyrt, og at de opplever at elevene deres slik har blitt voksenavhengige. En annen utfordring begge nevner med å ta i bruk matematisk modellering som ny metode, er at elevene ikke vet hva som er forventet av dem og hva de skal gjøre:

«Utfordringen er at de ikke vet hva de skal. De skjønner ikke at de skal løse et problem. De vet ikke hvordan. De surrer rundt i læringsgropen. De vet ikke hva de skal gjøre for å komme seg oppover» (Informant 1).

Dersom man setter elevene i gang med matematisk modellering uten å ha gitt dem en skikkelig innføring i metoden, mener informantene at det kan oppstå utfordringer. Samtidig har begge informantene gjennomført matematisk modellering med elevgrupper som ikke har tidligere erfaring med utforskende metoder, og begge opplevde det som vellykket, og uttrykker at elevene likte undervisningsformen.

4.2 Utfordringer knyttet til lærerforutsetninger

4.2.1 Mangel på erfaring med matematisk modellering og utforsking

«Da jeg gikk på høyskolen selv, i 2007, da hadde vi matematikk og vi hadde om den utforskende tilnærmingen på høyskolenivå. Jeg synes den var veldig dårlig lagt opp» (Informant 2).

Begge informantene har først fått kjennskap til matematisk modellering gjennom sin etterutdanning i matematikk. Nå som informantene kjenner til metoden, uttrykker de at mangel på inngående kunnskap om metoden og lite erfaring med å ta den i bruk, gjør at det oppleves mer utfordrende å benytte denne arbeidsmåten, enn metoder de er vant til å bruke.

«Det er en annen måte å tenke på og legge opp undervisningen på. Det er en øvelse å skulle se matte i ulike situasjoner og omsette dette» (Informant 1).

Informant 1 opplever det særlig utfordrende å skulle innta en ny rolle hvor hun ikke kan gi elevene svarene:

«Det å stoppe den... Vi har så lyst til å hjelpe...» (Informant 1).

Ifølge informant 2, opplever hun at den aller største utfordringen med å skulle ta i bruk matematisk modellering, er å skulle finne på gode opplegg tilpasset ulike modningsnivåer. Hun tror at økt erfaring med arbeidsmåten kan bidra til at dette går lettere, men er tydelig på at dette i en innkjøringsfase vil kreve mye av henne. Begge informantene gjentar flere ganger at det er utfordrende for læreren å lage opplegg og lekser, og setter det opp mot hvor enkelt det er å la elevene regne en side i læreboken.

«Kanskje, hvis du er særdeles opptatt av det, vil du prioritere det, men hvis du skal ha dette til å bli en del av skolen, så tror jeg at man må også tenke ressurser som kan gjøre det lettere å ta det i bruk» (Informant 2).

Ifølge informant 2 vil det kreve en lærer som er spesielt interessert i utforskende virksomhet å ta i bruk matematisk modellering i skolen, og som har nok kunnskap om det. Hun tror og at det avhenger av en lærer som tør å ta sjansen på å prøve ut utforskende aktiviteter og at det skal lede elevene til den kunnskapen de trenger. Hun tror ikke nødvendigvis at alle vil tørre dette. For de lærerne som tør å gi arbeidsmåten en sjanse, vil det ifølge informantene sannsynligvis ta en stund før ting fungerer optimalt. Da handler det i følge begge om at læreren må tåle å stå i det i en periode frem til ting begynner å falle på plass. Læreren må ikke gi opp, men gi arbeidsmåten en ordentlig sjanse.

«Det vet jeg erfaringsmessig at man må ha is i magen» (Informant 1).

4.2.2 Dersom læreren ikke kjenner elevgruppen godt

«At det kan være vanskelig å treffe dem, få dem på, motivere» (Informant 1).

At matematisk modellering skal fungere som utforskende virksomhet, avhenger av at elevene tar imot invitasjonen fra læreren om å utforske. Informant 1 tror at en utfordring som kan være av avgjørende betydning dermed blir å finne noe som treffer elevene. Hun mener at dette avhenger av en lærer som kjenner elevgruppen sin godt.

4.2.3 Å skulle gi fra seg kontroll

Informantene snakker særlig om to ulike former for kontroll som de opplever at de vil ha mindre av dersom de tar i bruk matematisk modellering, sammenlignet med mer tradisjonelle arbeidsmåter. Den ene formen for kontroll handler om elevenes faglige utbytte. Informant 1 fremhever denne bekymringen som en hovedutfordring:

«At jeg ikke klarer å strukturere økten på en slik måte at de får noe ut av det» (Informant 1).

Informant 2 ser på felles refleksjonssamtaler i løpet av modelleringsprosessen som en mulighet for læreren til å sørge for at elevene uansett lærer noe:

«Det er helt greit. Vi kan lære også av det som er helt ute på bærtur. Det er ikke to streker under svarene her. Det er all refleksjonen rundt det - å få dem til lå tenke» (Informant 2).

Den andre formen for kontroll som informantene opplever at de til en viss grad må slippe, er kontrollen de er vant til å ha på elevgruppen i lærerstyrte aktiviteter:

«Det er litt skummelt. Jeg er som person en som liker å ha kontroll og at det er struktur. Det gjør at elevene blir trygge» (Informant 1).

Informant 1 ønsker å ha en ramme rundt arbeidet som gjør det tydelig for elevene at det skal skje læring i aktiviteten. Med rammer mener hun kriterier for hva som er forventet av elevene.

Hvor bør man gå inn og styre og legge noen føringer? (Informant 2).

4.3 Utfordringer knyttet til innhold

4.3.1 Å skulle finne på gode opplegg

Informantene opplever det som utfordrende å stadig skulle finne utgangspunkt som leder til gode opplegg, og savner en ressursbank å hente tips fra:

«Så lurer jeg på hvor jeg skal søke den informasjonen» (Informant 2).

Også informant 1 etterlyser en idébank. Ifølge informant 2 er mangelen på en slik ressursbank med idéer til opplegg det hun opplever som sin hovedutfordring.

4.4 Utfordringer knyttet til rammefaktorer

4.4.1 Skolen mangler kunnskap om og fokus på matematisk modellering

Ifølge informant 2 har ikke skolen tilstrekkelig kunnskap om hvordan man kan lære barn å arbeide utforskende:

«Vi må ha mer kunnskap» (Informant 2).

Hun mener at dette blant annet skyldes at man ikke oppdaterer seg systematisk på forskning i skolen. Hun sier at en utfordring ved at det ikke er rene faglærere i barneskolen, er at lærerne ikke oppdaterer seg på forskningen som gjøres i de ulike fagene de underviser i. Hun ønsker likevel å understreke at det relasjonsmessig er viktig at læreren har elevene i flere fag.

Informant 2 viser derfor til fellestiden på skolen, og mener at ledelsen burde sørge for at denne tiden brukes til at kollegiet oppdaterer seg systematisk på forskning i de ulike fagene. Slik det er nå, mener hun at slike initiativer avhenger av eventuelle ildsjeler på skolen som brenner for matematikk.

«En utfordring er disse fellestidene. Jeg syns ikke alltid at de blir brukt til noe matnyttig» (Informant 2).

Hun nevner og at hun opplever enkelte av satsingsområdene i skolen som i konflikt med hverandre, men at dette ikke blir tatt tak i. Dette kommenteres nærmere i punkt 4.5.1 under utfordringer knyttet til mål.

Også informant 1 er tydelig på at man må ha ledelsen med seg for å få til endring i skolen:

«Du må ha ledelsen bak deg og forventinger fra ledelsen, som vi er med å utforme, men det må være forventinger om at vi gjennomfører, og at det er satt av tid til det. At vi får prøvd det ut» (Informant 1).

Hun sier at en skole bare kan ha noen fokusområder av gangen, og at det ikke er mulig å ha fokus på alt for mange ting på en gang. Ifølge henne blir det dermed opp til ledelsen å trekke de røde trådene mellom emner som har med hverandre å gjøre. Som eksempel sier hun at hennes skole i en lengre periode har hatt fokus på aktive elever, og at det går an å trekke en rød tråd fra dette til utforskende elever.

«Hvis en klarer å knytte det opp mot noe som man allerede jobber med, så er det ikke ekstraarbeid. Da er det noe vi allerede jobber med» (Informant 1).

Informant 1 formidler en mer positiv opplevelse av sin skoles utviklingsarbeid enn det informant 2 gjør. Dette sier hun at kan hende har med å gjøre at de er et lite kollegium, og at hun vet at ved større skoler kan være noen som «streiker» og at det dermed blir vanskeligere å få til endring.

Ifølge informant 1 må læreren jevnlig kobles på fokuset på modellering for å holde det ved like, ettersom man som lærer har svært mye man til enhver tid skal huske på:

«Det er viktig å bli påkoblet igjen ved visse mellomrom» (Informant 1).

4.4.2 Kolleger kan holde igjen

Når lærere jobber sammen på team, er teamsamarbeidet svært avgjørende for lærerens hverdag, forteller informant 2.

«Utfordringen er å komme i team med folk som ikke tør» (Informant 2).

Informant 2 opplever at det finnes to typer lærere; noen er nysgjerrige og ønsker å utvikle seg, mens andre ikke ønsker mer endring. Hun forteller at negativ innstilling hos enkelte lærere kan prege de andre på teamet så mye at de ikke orker å kjempe igjennom nye idéer. At noen

få lærere ved en skole har kunnskap om modellering er ifølge henne ikke nødvendigvis nok for at arbeidsmåten skal bli tatt i bruk. Hun forteller at hun har prøvd å inspirere sine kolleger til å ta modellering i bruk, men at ingen andre foreløpig har gjort det. Hun mistenker at det skyldes mangel på eierskap, i tillegg til at hun kaller systemet tungrodd.

4.4.3 Dersom man er lærebokstyrt

Begge informantene bruker til en viss grad læreverker i sin undervisning. Informant 1 sier at hun ikke har tenkt igjennom hvordan læreverket hun benytter er i møte med det utforskende fokuset. Informant 2 ser imidlertid store utfordringer ved å la seg styre av lærebøkene dersom man vil arbeide utforskende:

«Det med at lærebøkene blir for gode, og for fast i den spiralen, det gjør at undervisningen blir deretter» (Informant 2).

4.4.4 Læreren mangler tid og overskudd

Begge informantene sier gjentatte ganger at lærerne kan være slitne og travle og kan mangle tid og overskudd til å finne på gode modelleringsopplegg:

«Hverdagen tar deg» (Informant 1).

«Jeg tenker at vi har det travelt» (Informant 2).

4.5 Opplevde utfordringer knyttet til mål

4.5.1 Tydelige mål på tavlen

«Jeg har tatt opp det med målene som krasjer, men det blir bare diskutert der og da. Det fører liksom ikke til noe» (Informant 2).

Informant 2 forteller at de på hennes skole har hatt fokus på «den gode timen», og at et resultat av dette har vært et fokus på tydelige mål for timen på tavlen. Kompetansemålene har dannet en ramme både for uken og for timen ved hennes skole. Hun ser flere problemer med dette, i møte med utforskende virksomhet. Informant 2 mener at det blir en utfordring dersom elevene allerede ha lest målene for uken på timeplanen og kan de. For at et

undersøkelseslandskap skal finne sted, avhenger det av autentisk undring hos elevene. Ifølge informant 2 kan dette komme i konflikt med de synlige kompetansemålene som er formulert og presentert for elevene i forkant av økten. Hun mener at man ikke klarer å treffe alle elevene på denne måten. Hun mener at vi må overraske elevene litt for å få de påkoblet. Hun forteller at da hun gjennomførte et modelleringsopplegg med sine elever, lot hun av denne grunn være å fortelle dem hvilket fag de hadde.

4.5.2 Elevinitiativer versus læreplanmål og nasjonale prøver

Informant 1 mener det er et dilemma å skulle forholde seg til en planlagt progresjon med læreplanmål og samtidig skulle ta imot elevinitiativer om det de er nysgjerrige på:

«Da er det fleksibiliteten i det. Har du muligheten til å snu på det, eller blir det et domino som faller?» (Informant 1).

Hun fortsetter med å si at hun egentlig ikke kommer til å noe valg når den nye læreplanen kommer, ettersom utforskende virksomhet og modellering der er fastsatt som kjerneelementer i matematikkfaget. Hvis hun skal gjøre jobben sin, må hun utvikle seg i takt med læreplanene.

Informant 2 mener at hun må tåle å stå i at hun ikke følger en plan slavisk for å ha helt kontroll på at elevene kommer igjennom det de skal:

«Jeg tror nasjonale prøver vil være lettere for dem om man har holdt ting varmt, enn i en bolk der, en bolk her» (Informant 2).

4.6 Opplevde utfordringer knyttet til vurdering

Informantene nevnte ingen forhold som har med vurdering å gjøre som kunne utfordre deres valg av matematisk modellering som arbeidsmåte.

5.0 Diskusjon av funn

Resultatene i studien vitner om at det eksisterer en rekke ulike forhold i skolen som kan oppleves som utfordringer i møte med matematisk modellering som arbeidsmåte. Likevel vender informantene stadig tilbake til å snakke om mangel på kunnskap om og erfaring med utforskende virksomhet i skolen, og egen mangel på erfaring med å ta slike arbeidsmåter i bruk. Helt konkret påpeker begge informantene mangelen av en ressursbank som kan bistå lærere som mangler erfaring med matematisk modellering. Med ressursbank menes en digital database med forslag til modelleringsopplegg og tips til hvordan de kan tilpasses ulike alderstrinn.

Er det slik at det går an å sammenfatte resultatene i studien og påstå at de alle, når det kommer til stykket, på ulike nivåer dreier seg om at skolen mangler kunnskap og erfaring med utforskende arbeidsmåter? Vil en innsats for å øke kunnskapen og erfaringen med utforskende virksomhet i matematikkfaget, både hos ledelse og den enkelte matematikklærer, være den utløsende faktoren for at alle elever i den norske grunnskolen skal få arbeide med matematisk modellering?

Ifølge den didaktiske relasjonsmodellen vil endring i én av faktorene som påvirker en undervisningssituasjon, påvirke forutsetningene i de øvrige faktorene. Dette prinsippet gir støtte til idéen om at økt kunnskap om utforskende virksomhet i skolen kan sette i gang en kjedereaksjon som kan komme til å påvirke mange av de forholdene som informantene i dag opplever som utfordringer. Så hvordan kan økt kunnskap i skolen komme til å påvirke utfordringer som er løftet frem i denne studien?

Den enkelte lærer kan med kunnskap om utforskende tenkemåter endre sin rolle overfor elever som ikke vet hvordan de skal undre seg. Læreren kan være rollemodell, og hun kan stille spørsmål som får elevene i gang med å reflektere. For at elevene ikke skal styres av det vante mønsteret i faget, kan læreren unnlate å fortelle elevene at de har matematikk. En lærer med god kunnskap om matematisk modellering, vil kunne bruke arbeidsmetoden som selve løsningen på en del av utfordringene som truer den. Om læreren ikke har kontroll på hva elevene lærer underveis i prosessen, vil hun ha gode muligheter til å styre refleksjonsdelen i prosessen til å bli fruktbar for elevene. Dersom en utfordring er at læreren ikke kjenner elevgruppen godt, kan hun sikre at hun treffer elevgruppen ved å ta tak i noe de uttrykker at

de lurer på. En lærer som har god kunnskap om utforskende virksomhet, kan og vurdere hvordan ulike forhold bryter med dette og justere egen praksis deretter.

På bakgrunn av PRIMAS, et internasjonalt samarbeidsprosjekt som i perioden 2010-2013 arbeidet for å støtte lærere i å ta i bruk utforskende matematikkundervisning, ble det publisert en artikkel i ZDM om utfordringer og muligheter knyttet til en storstilt innføring av slike arbeidsmåter i skolen. Her vektlegges lærerens kunnskaper og overbevisninger som helt avgjørende for deres undervisningspraksis (Dorier & Garcia, 2013, s. 843).

Informantene i denne studien er eksempler på lærere som har kunnskap om matematisk modellering. De er begge av den oppfatning at de frem til de har god erfaring med å gjennomføre modelleringsaktiviteter med sine elever, må tåle «å stå i det» i en periode. Slik vil det være en sårbar ordning å la ansvaret om å prioritere utforskende virksomhet være opp til den enkelte lærer.

Dersom også ledelsen ved den enkelte skole får kunnskap om utforskende virksomhet, kan ledelsen gjennom å ha fokus på dette i utviklingstiden, og gjennom felles utprøvningsperioder, sørge for at alle lærerne får eierskap til matematisk modellering som arbeidsmåte. Da er det mulig at utfordringen med kolleger som står imot nye arbeidsmåter bli mindre. Ledelsen kan og støtte læreren i å holde ut så lenge arbeidsmåten oppleves utfordrende, og kollegiet kan samarbeide om å finne på opplegg og utveksle erfaringer.

Da Ronald D. Anderson på bestilling fra U.S. National Research Council oppsummerte hva forskning hadde funnet av sentrale poenger forbundet med å skulle oppnå ønsket fokus på utforsking i skolen, ble de rådende overbevisningene og verdiene i skolens kollegium fremstilt som helt avgjørende (Anderson, 2002, s. 9). Anderson var tydelig på at endring av vaner ved en skole skjer i samarbeid i kollegiet, gjennom at de sammen kan reflektere over sine verdier og hva de tror på. Han var og tydelig på at dette tar tid, og at innføringen av utforsking derfor må stå i fokus i en lengre periode. At det ikke holder med noen få dagers kursing, er i samsvar med det informantene sa om at de jevnlig vil behøve inspirasjon til, og påminnelser om, å prioritere matematisk modellering i sin undervisning.

I takt med økt erfaring med matematisk modellering som arbeidsmåte, vil trolig mange av forholdene informantene nevner, i mindre grad oppleves som utfordringer. Etter å ha

gjennomført en del opplegg, vil læreren sannsynligvis se noen mønstre og vite hvilke føringer hun kan legge uten at det går på bekostning av elevenes autentiske utforsking. Læreren vil nok i større grad kunne ta ting på sparket, og ta tak i elevinitiativer når de oppstår. Kanskje hun finner en måte å ta vare på elevenes spørsmål på, slik at klassen får sin egen idébank som læreren kan hente fra når det passer med hennes planer for klassen. Med rutine vil sannsynligvis ikke læreren bruke like mye tid og krefter på forberedelser, og hun har forhåpentligvis gjort seg en del gode erfaringer som motiverer henne til å fortsette å bruke matematisk modellering som arbeidsmåte med sine elever.

Samtidig som den didaktiske relasjonsmodellen illustrerer prinsippet om at endring i én faktor vil påvirke de øvrige, viser modellen oss og at konteksten en lærer tar sine avgjørelser innenfor er svært sammensatt. Selv om noen forutsetninger endres, vil det likevel være en rekke forhold som vil spille inn på lærerens avgjørelser om arbeidsmåte, og det er ikke sikkert at alle disse vil endre seg til tross for at kunnskapen og erfaringen med modellering økes i skolen. Dersom det i arbeidet med å innføre de nye læreplanene settes i gang tiltak for å øke kunnskapen i skolen om matematisk modellering, danner denne studiens resultater grunnlag for en anmodning om at denne innføringen ikke bør skje som et isolert tiltak. Ronald D. Andersons funn støtter opp under denne anmodningen (Anderson, 2002, s. 8, 10).

Da blir *bevissthet* et nøkkelord. De eventuelle tiltakene må skje med bevissthet om lærerens sammensatte virkelighet, bestående av svært mange aspekter som påvirker og påvirkes av lærerens avgjørelser. Man må være bevisst at matematisk modellering som ny arbeidsmåte skjer i en skole hvor matematikkfaget veldig lenge har vært dominert av oppgavediskursen, en tradisjon som den utforskende tenkemåten bryter med. Svært mange forhold har tilpasset seg etter denne tradisjonen, og når man ønsker å endre denne, er det derfor en omfattende prosess (Mellin-Olsen, 1996, s. 9-15). Da krever det bevissthet om at det vil eksistere en rekke forhold som inntil nylig har vært tilpasset oppgavediskursen, som vil påvirke eller påvirkes av at utforskende arbeidsmåter tas i bruk i skolen. Hvordan fungerer for eksempel bruken av lærebøker i møte med den utforskende tenkemåten? Kan det oppstå problemer når fokuset på den gode timen og synlige mål skal danne rammen for et undersøkelseslandskap? Må skolens organisering tilpasses etter de utforskende arbeidsmåtene, for eksempel med tanke på utforming av timeplaner og bruk av ressurser? Og ikke minst, hvordan kan skolen tilrettelegge for at flest mulig elever får delta i den matematiske modelleringen, slik at det fungerer godt både for den enkelte eleven og for læringsfellesskapet? Funnene i denne studien kan fungere

som bidrag når man skal besvare disse spørsmålene, men vel så viktig er det om funnene kan vekke en bevissthet ved den enkelte skole og i det øvrige skolesystemet om nødvendigheten av å selv stille slike spørsmål. For hvilke ordninger har den enkelte skole når det gjelder å forske på egen praksis? Og finnes det tiltak som settes inn for å støtte skolens arbeid med å omstille seg etter den nye læreplanen? Hva skjer for eksempel når den nye læreplanen introduserer nye begreper og prinsipper? Sørger det for at skolen har tilstrekkelig kunnskap om disse, og sørger det for at skolen prioriterer arbeid med disse i utviklingstiden? Hvem har ansvar for å se det større bildet, for å oppdage hvordan enkelte satsingsområder eventuelt ikke er kompatible med hverandre? Og hvem trekker de røde trådene, så skolene ser hvordan enkelte satsingsområder henger sammen med hverandre? Dette er en stor og overordnet debatt om skoleverket som går ut over denne studiens fokusområde, men jeg håper likevel at studien kan bidra med informasjon til en slik diskusjon. Funnene i denne studien som antyder at det ikke finnes noen strategi for hvordan lærere skal få opplæring i utforskende arbeidsmåter i matematikkfaget, samstemmer med erfaringene som ble gjort under det internasjonale PRIMAS-prosjektet (Dorier & Garcia, 2013, s. 843). Jeg anser det som oppsiktsvekkende informasjon at informantenes skoler ikke systematisk oppdaterer seg på didaktisk forskning tilknyttet de ulike fagene i skolen.

6.0 Avsluttende kommentar

Problemstillingen i denne studien har vært «hvordan opplever lærere at ulike faktorer kan bidra til at de lar være å bruke modellering som arbeidsmåte i matematikkundervisningen»? Målet med studien var å få innsikt i slike utfordringer, for at man bedre skal kunne tilrettelegge for at matematisk modellering blir tatt i bruk i skolen. Tanken var at en slik tilrettelegging avhenger av at man identifiserer hvilke faktorer som foreløpig står i veien for at alle norske elever skal få arbeide med denne metoden.

Denne studien har altså undersøkt utfordringer. I diskusjonsdelen av oppgaven drøfter jeg hva funnene samlet kan fortelle oss, og hvordan de kan danne grunnlaget for å si noe om hvilken tilrettelegging som må til for at disse utfordringene ikke skal hindre at det skjer matematisk modellering i skolen. Ettersom slike suksesskriterier ikke har vært studieområdet i dette prosjektet, vil grundigere undersøkelser av slike kreve videre arbeid med denne problematikken.

Det er et signal om at det er nødvendig med ytterligere forskning på området når funnene i denne studien kan brukes både til støtte for - og på samme tid argument mot - at det vil være tilstrekkelig med økt kunnskap om matematisk modellering i skolen for at slik virksomhet skal få fotfeste. Et forslag er å gjennomføre pilotprosjekter ved noen skoler i forbindelse med at den nye læreplanen lanseres. Det kan eksempelvis gjøres tiltak for å øke kunnskapen om utforskende arbeidsmåter ved deltakende skoler, før en videre undersøker i hvilken grad dette resulterer i at matematisk modellering blir tatt i bruk som arbeidsmåte. Det ville være ideelt med kontrollgrupper, for å undersøke hvordan skoler med økt kunnskap skiller seg fra skoler som bare mottar læreplanen uten å få opplæring i matematisk modellering. Dersom det i tillegg til opplæring hadde vært mulig å jobbe med bevisstgjøring rundt utforskende arbeidsmåter ved et utvalg av skolene, kunne man avdekket viktig informasjon om hva som skal til for å få til endringer i skolen der forskning innen et fagområde signaliserer at det trengs.

Samtidig vil jeg på bakgrunn av informantenes uttrykte behov oppfordre fagfeltet til å sette i gang arbeidet med å utvikle en digital ressursbank med idéer til modelleringsopplegg som passer til bruk i matematikkundervisningen på barnetrinnet. Denne kan komme til å være en viktig støtte for matematikklærere frem til de har tilstrekkelig erfaring med arbeidsmåten til at det ikke lenger oppleves like utfordrende å skulle ta den i bruk.

Litteraturliste

- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry? *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12. Hentet fra <https://www.tandfonline-com.galanga.hvl.no/doi/pdf/10.1023/A%3A1015171124982?needAccess=true>
- Berg, O. T. (2015). Samfunnsvitenskap. I *Store norske leksikon*. Hentet 5. august 2019 fra <https://snl.no/samfunnsvitenskap>
- Blomhøj, M. (2003). Modellering som undervisningsform. I O. Skovsmose & M. Blomhøj (Red.), *Kan det virkelig passe? – om matematikklæring* (s. 143-157).
- Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningen*. Oslo: Abstrakt forlag AS
- Dahlum, S. (2018). Validitet. I *Store norske leksikon*. Hentet 7. august 2019 fra <https://snl.no/validitet>
- Dalvang, T. (2006). *Undersøkelseslandskap som tilnærming til arbeidet med matematikkvansker – et redskap for mestring?* (Masteroppgave). Universitetet i Oslo. Hentet fra <https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/30802/formatx13xkonvertering.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dorier, J.-L. & Garcia, F. J. (2013). Challenges and opportunities for the implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching. *ZDM: Mathematics Education*, 45 (6), s. 837-849. Hentet fra <https://link-springer-com.galanga.hvl.no/content/pdf/10.1007%2Fs11858-013-0512-8.pdf>
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education: China Lectures*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Fyhn, A. B., Teig, V. T. & Pedersen, S. S. (2016). Musikk og fotball – matematisering i småskolen. *Tangenten: tidsskrift for matematikkundervisning*, 27 (4), s. 8-14. Hentet fra <http://www.caspar.no/tangenten/2016/tangenten-4-2016-fyhn-et-al.pdf>
- Hana, G. M. (2013). *Matematiske byggesteiner*. Bergen: Caspar Forlag A/S
- Hana, G. M. (2016). Undersøkende virksomhet, koordinering og spørsmålets forrang. I M. Johnsen-Høines & H. Alrø (Red.), *Læringssamtalen i matematikkfagets praksis, Bok 1* (s. 71-95).
- Jensen, T. A. & Tørdal, R. M. (2018, 7. mai). Dramaturgiske modeller og virkemidler. Hentet fra <https://ndla.no/subjects/subject:1/topic:1:186479/topic:1:186487/resource:1:159249>
- Johnsen-Høines, M. & Rangnes, T. E. (2016). Å endre matematikkundervisningen – et risikoforetak. I M. Johnsen-Høines & H. Alrø (Red.), *Læringssamtalen i matematikkfagets praksis, Bok 1* (s. 103-116).
- Keys, C. W. & Bryan, L. A. (2001). Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 631-645. Hentet fra <https://onlinelibrary-wiley-com.galanga.hvl.no/doi/pdfdirect/10.1002/tea.1023>
- Krumsvik, R. J. (2014). *Forskningsdesign og kvalitativ metode*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS
- Kunnskapsdepartementet. (2018). *Kjerneelementer i fag: For utforming av læreplaner for fag i LK20 og LK20S fastsatt av Kunnskapsdepartementet*. Oslo: Kunnskapsdepartementet. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/3d659278ae55449f9d8373fff5de4f65/kjerneelementer-i-fag-for-utforming-av-lareplaner-for-fag-i-lk20-og-lk20s-fastsatt-av-kd.pdf>
- Lindfors, J. W. (1999). *Children's inquiry: Using language to make sense of the world*. New York: Teachers College press.

- Mellin-Olsen, S. (1996). Oppgavediskursen i matematikk: Rekonstruksjon av en diskurs. *Tangenten: tidsskrift for matematikkundervisning*, 7 (2), s. 9-15. Hentet fra <http://www.caspar.no/tangenten/1996/oppgavediskurs.html>
- Meyer, D. (2011, 11. mai). The Three Acts Of A Mathematical Story [Blogginnlegg]. Hentet fra <https://blog.mrmeyer.com/2011/the-three-acts-of-a-mathematical-story/>
- Norsk senter for forskningsdata (NSD). (2018, 3. oktober). Må jeg melde prosjektet mitt? Hentet fra https://nsd.no/personvernombud/meld_prosjekt/
- Røsseland, M. (2005). Hva er matematisk kompetanse? – del 2. *Tangenten: tidsskrift for matematikkundervisning*, 16 (2), s. 48-53. Hentet fra http://www.caspar.no/tangenten/2005/rosseland_2_2005.pdf
- Skaalvik, E. M. & Skaalvik, S. (2013). *Skolen som læringsarena: Selvoppfatning, motivasjon og læring*. Oslo: Universitetsforlaget
- Skemp, R. R. (1976). Relational Understanding and Instrumental Understanding. *Mathematics Teaching*(77), s. 20-26.
- Skott, J., Jess, K. & Hansen, H. C. (2008). *Matematik for lærerstuderende: Delta – Fagdidaktik*. Frederiksberg: Samfundslitteratur
- Skovsmose, O. (2003). Undersøgelandskaber. I O. Skovsmose & M. Blomhøj (Red.), *Kan det virkelig passe? – om matematiklæring* (s. 143-157).
- Skånstrøm, M. & Blomhøj, M. (2016). I T. E. Rangnes & H. Alrø (Red.), *Matematikklæring for framtida: festskrift til Marit Johnsen-Høines* (s. 87-99).
- Utdanningsdirektoratet. (2013) *Læreplan i matematikk fellesfag* (MAT1-04). Hentet fra <http://data.udir.no/kl06/MAT1-04.pdf>
- Utforske. (u.å.). I *Det norske akademis ordbok*. Hentet 10. juni 2019 fra

<https://www.naob.no/ordbok/utforske>

Wells, G. (1999). *Dialogic Inquiry: Toward a Sociocultural Practice and Theory of Education*. Cambridge: Cambridge University Press.