

Elevers holdninger til matematikk i arbeid med modellering

En mixed methods studie av elever på videregående skole

Linn Hamarsland



Masteroppgave i matematikdidaktikk – MAT399K

Matematisk institutt

Universitetet i Bergen

1. juni 2023

Forord

Høsten 2018 startet jeg på lektorstudiet i matematikk og biologi ved Universitetet i Bergen. De siste fem årene har inneholdt en helt utrolig fin studenttid, til tross for global pandemi og mye hjemmekontor. Studiet har gitt meg en god faglig bakgrunn, flere flotte vennskap og en master jeg er stolt av. Å arbeide med denne masteroppgaven har bydd på flere utfordringer, men den har også vært givende og lærerik. Det er en tidskrevende prosess å skrive en masteroppgave, og jeg har flere jeg vil takke for å ha kommet i mål.

Først og fremst vil jeg takke min veileder, Andreas Christiansen, for gode samtaler og tilbakemeldinger. Jeg vil også takke mine fine og dyktige medstudenter. Jeg hadde ikke engang kommet gjennom første semester uten dere. Setter pris på det faglige nivået og samarbeidet i kullet, samt det gode samholdet og alt det sosiale vi har funnet på. Jeg vil også takke kollegaer og elever som gjorde datainnsamlingen mulig.

Til slutt vil jeg komme med en stor takk til mine nærmeste som har heiet på meg hele veien. Spesielt har min mor Hilde vært en viktig støttespiller som har hjulpet meg når pågangsmotet mitt har fått seg en knekk. Uten alle dere hadde ikke denne masteren kommet i havn, tusen takk.

Bergen, 30. mai 2023

Linn Hamarsland

Sammendrag

Formålet med denne studien er å gi en dypere forståelse av elevenes affektive respons og oppfatninger av modelleringsaktiviteter. Oppgaven tar utgangspunkt i å utforske elevenes egne holdninger til begrepet gjennom den psykologiske begrunnelsen for modellering.

For å besvare problemstillingen: «Hvordan kan matematisk modellering fremme elevers holdninger til matematikk?», har det blitt gjennomført undervisning over fire uker i to førsteklasse på videregående. Undervisningen var planlagt etter det pedagogiske perspektivet for modellering. I for- og etterkant av undervisningen fylte elevene ut et spørreskjema som kartla deres holdninger til matematikk. Det ble i tillegg gjennomført intervjuer med tre utvalgte elever for å få mer omfattende og detaljerte beskrivelser av deres opplevelser og refleksjoner relatert til matematikk og modellering. Et konvergerende mixed methods design har blitt benyttet for at funnene fra de to ulike datakildene skal kunne belyse hverandre, og på den måten bidra til et mer nyansert og komplett bilde av elevers holdninger og tanker rundt modellering.

Funn i studien indikerer at elevenes holdninger til matematikk er stabile, da det ikke finnes signifikante endringer. Det kan være nødvendig med en mer langsiktig og kontinuerlig eksponering av modelleringsaktiviteter for å oppnå betydelige endringer. Et annet viktig funn er at elever stiller seg positive til arbeidet og læringsutbyttet av modelleringsoppgaver. Elevene uttrykker entusiasme for å ha mulighet til å løse meningsfulle og realistiske oppgaver.

Studien peker på viktigheten av å gjøre virkelighetsnære aktiviteter for å engasjere elevene i matematikk. Videre forskning og praksis bør rette oppmerksomheten mot utvikling av metoder som kan bidra til mer varige og betydningsfulle endringer i elevenes holdninger til matematikk. Samtidig må elevene, og lærere, få økt kunnskap om matematisk modellering.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	1
1.1 Bakgrunn for studien	1
1.2 Formål og problemstilling	2
1.3 Oppgavens oppbygging	4
2. Teoretisk grunnlag	6
2.1 Matematisk modellering	6
2.1.1 Definisjon av matematisk modellering	6
2.1.2 Valg av teoretisk perspektiv	8
2.1.3 Mål og begrunnelser for modellering i matematikkundervisningen	10
2.1.4 Kontrast til oppgave- og lærebokstyrt undervisning	14
2.1.5 Utfordringer med modellering	15
2.2 Holdninger	17
2.2.1 Definisjon av matematiske holdninger	17
2.2.2 Relevans til matematikkundervisningen	20
2.2.3 Instrumenter for å undersøke elevers holdninger	21
3. Metodologi	23
3.1 Formål med forskningen	23
3.2 Valg av forskningsdesign	24
3.2.1 Kvalitativ og kvantitativ forskningsmetode	24
3.2.2 Forskningsparadigme	26
3.2.3 Et parallelt konvergerende design	28
3.3 Datainnsamling og analyse	31
3.3.1 Modelleringsaktiviteter	31
3.3.2 ATMI undersøkelse	34
3.3.3 Intervju	37
3.4 Utvalg og håndtering av personvern	43
3.5 Studiens kvalitet	45
3.5.1 Reliabilitet	46
3.5.2 Validitet og generaliserbarhet	47
3.6 Metodekritikk	49

4. Analyse og resultat.....	52
4.1 Deskriptiv statistikk	52
4.2 Manglende interesse og motivasjon for skolearbeidet?	54
4.3 Elevenes oppfattelse av meningsfullhet, relevans og anvendbarhet.....	58
4.4 Fastlåste tankesett og utfordringer med vekst i matematikk.....	62
5. Diskusjon.....	65
5.1 Stabile holdninger.....	65
5.2 Læringsutbyttet av modelleringsaktiviteter	69
6. Avslutning	74
6.1 Konklusjon.....	74
6.2 Studiens svakheter og begrensninger.....	75
6.3 Studiens betydning og veien videre.....	77
Litteraturliste	79
Vedlegg	82
Vedlegg 1: Modelleringsaktiviteter	83
Vedlegg 2: Deltagelse i forskningsprosjekt	84
Vedlegg 3: ATMI-spørreundersøkelse	87
Vedlegg 4: Intervjuguide om holdninger til matematikk.....	89
Vedlegg 5: Gjennomsnitt og median før og etter modellerings-arbeid for hver påstand ...	91

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for studien

Matematikdidaktikere har lenge vært interessert i elevers holdninger til matematikk. Det har særlig vært forsket på forholdet mellom holdninger og prestasjoner i faget (Ma & Kishor, 1997). Gjennom ungdomsskolen og videregående er det et signifikant antall elever som endrer holdningene sine til matematikk i en negativ retning (Wen & Dubé, 2022). På bakgrunn av dette påstår Wen og Dubé at det haster med å forbedre dem. Det er på grunn av at negative holdninger kan påvirke forståelsen og læringen. At holdninger henger sammen med ferdigheter er noe mange hevder. Positive holdninger kan fremme motivasjon, engasjement og en følelse av kompetanse i faget, mens negative holdninger kan hindre fremgang og begrense elevenes potensial. Det er imidlertid et mer sammensatt bilde, da man ikke vet om ferdigheter påvirker holdninger eller motsatt (Ma & Kishor, 1997). I norsk utdanningssammenheng er det å studere elevers holdninger til matematikk spesielt relevant. Det er på grunn av læreplanen som ble innført i 2020 som vektlegger elevsentrerte tilnæringer og aktualiserer integrering av virkelighetsnære anvendelser.

Læreplanen, LK20, anerkjenner at undervisningen av matematikk går utover ren prosedyrekunnskap. Den tar sikte på å utvikle elevenes matematiske tenkning, problemløsningsferdigheter og evnen til kritisk refleksjon. Den verdsetter verdien av å koble matematikk til virkelige kontekster, og fremmer elevenes aktive deltagelse i læringsprosessen. Det er nødvendig å avvike fra oppgave- og lærebokstyrt undervisning og utforske alternative tilnæringer for læring av matematikk. Det er på grunn av at verden er dynamisk og det kreves andre ferdigheter i dag enn tidligere for at elevene skal bli kritiske og samfunnsdyktige medborgere (Niss & Jensen, 2002). Kjerneelementene i de nye læreplanene utgjør det essensielle innholdet elevene må lære for å kunne anvende og mestre faget. Disse elementene omfatter sentrale metoder, begreper, kunnskapsområder, tenkemåter og uttrykksformer som er avgjørende for å utvikle en dypere forståelse av matematikkens innhold og sammenhenger. Ett av kjerneelementene i den nye læreplanen er *modellering og anvendelse*. Utdanningsdirektoratet skriver følgende om modellering:

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. (Utdanningsdirektoratet, 2020)

Ifølge Hana (2013) er et aktuelt spørsmål å stille i tilknytning til matematikkundervisningen, hvorvidt elever er forberedt på å løse reelle problemer som de møter som borgere utenfor skolen. Matematikdidaktiske løsninger på denne problematikken har gjerne vært sett i sammenheng med matematisk modellering. Gjennom modelleringsaktiviteter kan elevene utvikle kritisk tenkning, problemløsningsferdigheter og en dypere forståelse av matematiske konsepter, noe som gjenspeiles i LK20.

Å koble matematikken til virkeligheten er spennende og har potensialet til å gjøre matematikk mer aktuelt for elever. Under utdannelsen min har jeg jobbet som vikar på alle trinn, både på grunnskole og videregående. Det spørsmålet jeg har blitt stilt flest ganger som matematikklærer er: «Hvorfor må vi lære dette her?» og påstander som «Det vi jobber med nå får vi uansett aldri bruk for». For meg har det vært en tankevekker at alle trinnene kommenterer med tilnærmet samme påstander gitt aldersforskjellen. Utsagnene har derfor blitt en stor pådriver til hvorfor mitt valg av forskning falt på elevers holdninger til matematikk. Det er svært viktig for meg som lærer, at elevene selv ser fordelene av å lære matematikk. Ikke minst at å lære at matematikk handler om mye mer enn å få en karakter på vitnemålet. Modellering kan hjelpe elever med å se nytten av matematikken, også utenfor klasserommet. Å øke motivasjon og interessen i matematikk er ofte hovedmålet i konteksten med modellering (Greefrath & Vorhölter, 2016).

1.2 Formål og problemstilling

Formålet med min masteroppgave er å utforske og undersøke elevers holdninger til matematikk i arbeid med modelleringsoppgaver. Gjennom denne forskingen søker jeg å gi innsikt som kan

være nyttig, både for meg selv og andre lærere i arbeid med modellering. Jeg har valgt å se på hva som kan bidra til økt motivasjon og engasjement i faget, og har derfor valgt at forskningen min skal bli belyst gjennom det *pedagogiske modelleringsperspektivet*. Perspektivet handler om å bevisstgjøre elevene på matematikkens rolle i samfunnet, noe som kan bidra til økt motivasjon og engasjement i faget (Blum, 2015). Det kan også føre til at elever får en dypere forståelse av matematikken og hvordan det henger sammen med virkeligheten.

Oppgaven er avgrenset ved at jeg velger å se på matematisk modellering i lys av elevenes egne holdninger til faget. Det er denne koblingen jeg finner både spennende og utfordrende. På bakgrunn av min nyfikenhet rundt tematikken ble følgende problemstilling utformet:

Hvordan kan matematisk modellering fremme elevers holdninger til matematikk?

Problemstillingen besvares gjennom bruk av *mixed methods*. Det vil si at for å besvare problemstillingen min ser jeg det hensiktsmessig å benytte meg av en kombinasjon av kvalitative og kvantitative metoder for å samle inn datamateriale. Det oppfattes ikke tilstrekkelig for denne problemstillingen å kun benytte seg av en av metodene. Innenfor mixed methods har det blitt valgt et *konvergerende design*, hvor kvalitative og kvantitative datamateriale blir samlet inn og analysert hver for seg, før en så sammenligner og kombinerer de to databasene etter analysen (Creswell & Clark, 2018). I arbeidet med å skaffe innsikt i problemstillingen har jeg formulert følgende forskningsspørsmål:

- I. *Hvilke holdninger har elevene til matematikkfaget, og hvordan påvirkes disse som følge av modelleringsaktiviteter over fire uker?*
- II. *Hvordan opplever elevene læringsutbyttet av modelleringsaktivitetene?*

Det første forskerspørsmålet vil ta utgangspunkt i kvantitativt datamateriale fra en spørreundersøkelse elevene tar både før og etter fire uker med modelleringsaktiviteter og undervisning. Dette er for å se om det har skjedd en endring i holdninger over tid i klassene. De vil gjennomføre den samme spørreundersøkelsen for å se om modellering kan føre til andre statistiske resultater. For å besvare det andre forskningsspørsmålet vil tre elever bli intervjuet. Hensikten ved å ha intervjuer er for å få mer subjektive meninger og reflekterte svar på hvordan modellering og matematikk oppleves. Sammen vil de to forskningsspørsmålene forsøke å svare

på problemstillingen. Funnene i oppgaven vil ses på i sammenheng, og forhåpentligvis bidra til å utdype hverandre.

Oppsummert tar oppgaven utgangspunkt i å utforske elevers holdninger til matematikk, samt undersøke hvordan holdningene kan påvirkes gjennom arbeid med modelleringsaktiviteter. Målet er å få innsikt, kunnskap og økt forståelse om hvordan modelleringsaktiviteter kan påvirke holdningene i faget, samt identifisere faktorer som er viktige for å fremme positive holdninger på både gruppe- og individnivå.

1.3 Oppgavens oppbygging

I denne oppgaven er fokuset på elevenes egen opplevelse av matematikk og modellering. Det har ikke blitt gjort noen målinger av læringsutbyttet. Dette hadde vært interessant å se nærmere på, men her har tid og oppgavens omfang gjort at jeg har begrenset meg til å kun fokusere på elevenes holdninger. Det er på grunn av at jeg har en hypotese om at holdninger er en sentral drivkraft for læring, og over tid vil gode holdninger i matematikk kunne føre til mer læring.

Masteroppgaven består av seks kapitler som følger en strukturert oppbygging, og starter med *kapittel en* som redegjør selve strukturen. *Kapittel to* gir en grundig gjennomgang av det teoretiske fundamentet for oppgaven. Her presenteres oppgavens teoretiske rammeverk og tidligere forskning innenfor modellering og holdninger. I *kapittel tre* blir forskningens metodetilnærming grundig beskrevet. Valg av forskningsdesign, datainnsamling og analyseverktøy begrunnes og forklares. Det vil også bli presentert etiske overveielser og vurdering av oppgavens reliabilitet og validitet, samt en kritisk vurdering av metodenes styrker og svakheter. *Kapittel fire* fremstiller resultatene fra analysen av datamateriale. Det blir grundig presentert både statistiske data fra den kvantitative delen, og utdrag fra intervju fra den kvalitative delen av analysen. Resultatene presenteres så systematisk og nøytralt som mulig, da tolkningen av resultatene fremlegges i diskusjonen i *kapittel fem*. Her vil hvert forskningsspørsmål bli diskutert i lys av funnene gjort i resultatdelen sammen med relevant teori og tidligere forskning.

En oppsummering av hovedfunnene blir presentert i det siste og *sjette kapitlet*, hvor det trekkes konklusjoner basert på de gjennomgående temaene og funnene i oppgaven. Her vil oppgavens problemstilling bli forsøkt svart. Mulige implikasjoner og videre forskning blir også diskutert.

2. Teoretisk grunnlag

Sentrale begreper i denne studien er matematisk modellering og holdninger. Teoridelen dermed bygget opp med utgangspunkt i disse to hovedbegrepene.

Kapittelet starter med å ta for seg definisjon av modellering og hvilket teoretisk aspekt ved begrepet oppgaven tar utgangspunkt i. Det har blitt valgt å legge særlig vekt på Blum (2015) sine begrunnelser for inkludering av matematisk modellering i skolen. Det er på grunn av at andre forskere sine begrunnelser og mål for modellering kan plasseres innenfor Blum sine fire begrunnelser. Til slutt vil det bli tatt opp utfordringer rundt implementeringen av modellering i norsk skole. Det andre delkapittelet starter med å definere ordet holdninger. Deretter gjennomgås relevant tidligere forskning på området, samt hvordan holdninger kan måles instrumentelt.

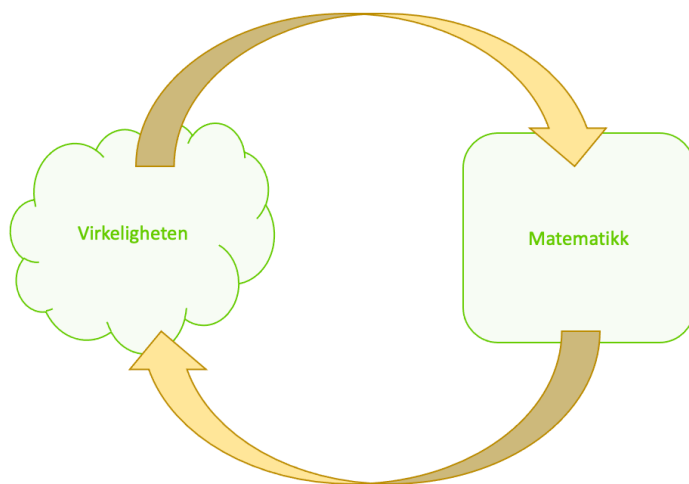
2.1 Matematisk modellering

Innenfor internasjonal matematikdidaktikk er modellering et verdenskjent felt, og det er konsensus om at det skal spille en viktig rolle i undervisningen (Blum, 2015; Greefrath & Vorhölter, 2016). I Norge har det danske KOM-prosjektet, under ledelse av Mogens Niss, fått stor innvirkning på skolematematikken. I rapporten *Kompetencer og matematikklæring* blir modellering fremlagt som en av åtte viktige kompetanser for å lære og bruke matematikk effektivt (Niss & Jensen, 2002). I fagfornyelsen LK20 ser vi at den matematiske kompetansen blir representert som ett av seks kjerneelementer. Det betyr at modellering skal komme tydeligere frem i opplæringsløpet og at det er relevant for å kunne ta del i samfunnsutviklingen. Modellering har med andre ord fått en sentral rolle i undervisningsmatematikken.

2.1.1 Definisjon av matematisk modellering

For å definere *matematisk modellering* vil jeg først starte med en definisjon av ordet modell. En modell er et objekt som representerer noe annet (Niss & Blum, 2020). Det er samtidig en forenkling av virkeligheten ettersom den skal vise noen av egenskapene til helheten den står for, og reflekterer dermed bare de aspektene man har tatt hensyn til (Barbosa, 2006; Greefrath

& Vorhölter, 2016; Niss & Blum, 2020). Den forenklaede representasjonen mangler informasjon, noe som er nødvendig og gjøres bevisst for å kunne utforme en modell. Blomhøj (2003) definerer *matematisk modellering* som prosessen hvor en matematisk modell lages og brukes for å beskrive, forutse eller forklare forhold utenfor matematikken. Sistnevnte går under mange navn som «virkeligheten», «det ekstra-matematiske» og «resten av verden». Det kan inkludere natur, kultur, samfunn eller hverdagslivet. En matematisk modell er en representasjon av et aspekt fra det ekstra-matematiske domenet til noe innenfor matematikken, og forholdet mellom dem (Niss & Blum, 2020). Det er konsensus om at matematisk modellering kan bli beskrevet som en aktivitet som involverer å gå frem og tilbake mellom virkeligheten og matematikken, som illustrert i Figur 1 (Ferri, 2019).



Figur 1: Matematisk modellering (Ferri, 2019). Egen oversettelse.

Å lage en matematisk modell tydeliggjør at enhver matematisk modell er en del av *noe* fra den virkelige verden (Niss & Blum, 2020). Det er ikke bare en samling av matematiske enheter som funksjoner, differensiallikninger, geometri og så videre.

Modellering er en prosess, som vises gjennom alle valgene og antagelsene man må ta for å lage en modell. Begrepet modellering beskriver dermed en fremgangsmåte hvor man lager en modell basert på et problem, og bruker modellen til å løse problemet (Greefrath & Vorhölter, 2016; Niss & Blum, 2020).

Matematisk modellering innebærer et dynamisk samspill mellom virkeligheten og matematikken, der konsepter og prinsipper fra den virkelige verden blir representert og manipulert ved hjelp av matematikk. Figur 1 viser dette forenklet. Man kan ikke kalle noe en matematisk modellering dersom man kun holder seg innenfor et av domenenene.

Opgaven ønsker å utforske hvordan elevene kan innse egen læring gjennom matematisk modellering. Derfor er det nødvendig å fokusere på *modelleringsaktiviteter* i klasserommet. Barbosa (2006) hevder at det er to begrensninger for at en aktivitet kan anses som modellering. For det første må aktiviteten være et problem og ikke en oppgave for elevene, og for det andre må aktiviteten ta utgangspunkt i hverdagen eller andre vitenskaper som ikke er ren matematikk. Med andre ord er modellering, ifølge Barbosa, et læringsmiljø hvor elevene er invitert til å undersøke et problem med referanse til virkeligheten gjennom matematikken. På grunn av koblingen mellom matematikk og virkeligheten så gir modellering en unik mulighet til å få interessante inntrykk i matematikkfaget, samt det virkelige liv (Blum, 2015; Greefrath & Vorhölter, 2016).

Niss og Jensen (2002, s. 52) definerer modelleringskompetanse som det «å kunne analysere og bygge matematiske modeller vedrørende andre felter». Det trekkes frem at modelleringskompetanse handler om å kunne analysere grunnlaget modeller er bygget på og dets egenskaper, samt bedømme modellens holdbarhet. Det vil si å kunne tolke en modell ut ifra konteksten og situasjonen den har blitt modellert i. Et eksempel på dette, gitt i Niss og Jensen (2002), er å sammenligne en modell som viser verdens befolkning i perioden 1900-2000 som opererer med eksponentiell vekst med tilgjengelig befolkningsdata. Her er mulighetene mange for kritisk refleksjon. På den andre siden handler modelleringskompetanse også om å kunne utføre aktiv modellbygging i en gitt sammenheng. Det vil si å anvende matematikk på saker utenfor selve matematikken. Et eksempel på dette er å undersøke hvor mye strømmen i Bergen koster hos ulike leverandører, eller å finne ut hvor det lønner seg å ta kjøretimer. Det kan være viktig å få elevene til å selv reflektere rundt en interesse de er opptatt av, og bruke interessen som en mulig drivkraft til å utføre matematisk modellering.

2.1.2 Valg av teoretisk perspektiv

Spørsmålet «hva betyr matematisk modellering?» har blitt gjennomgått, men et spørsmål man bør stille seg innenfor matematikdidaktikken er «hva betyr undervisningen og læringen av modellering for elevenes matematiske kompetanse?».

Det er interessant hvordan flere land med ulike undervisningstradisjoner tolker matematisk modellering. Gjennom flere europeiske konferanser har gruppen «Matematisk modellering og anvendelse» laget et klassifiseringssystem for ulike perspektiver på modellering (Ferri, 2019).

Det var på bakgrunn av at vi finner ulike forståelser av begrepet etter hvilket teoretisk perspektiv forskere har valgt å fokusere på. Det er viktig å poengtere at disse konferansene ikke bare sett ut ifra et europeisk perspektiv, da deltagere på konferansene kom fra hele verden. Kaiser et al. (2006) hevder at teorien de fremlegger er universell både for undervisning og for læringen av matematisk modellering. De demonstrerer på en organisert måte ulikhetene perspektivene har på matematisk modellering i forskning. Kategoriene er *realistisk, kontekstuell, pedagogisk, sosio-kritisk, epistemologisk/teoretisk* og *kognitiv modellering* (Ferri, 2019; Kaiser & Sriraman, 2006). Først vil det komme en kort gjennomgang av de ulike kategoriene, før det så går i dybden på det teoretiske perspektivet som er mest relevant for oppgavens tema.

Realistisk modellering har som mål å løse og forstå autentiske problemer fra virkeligheten, samt fremme modelleringskompetanse (Kaiser & Sriraman, 2006). Det er ikke en modelleringsoppgave dersom det ikke involverer realistiske problemer, men dette perspektivet kjennetegnes ved at problemene er mer komplekse og passer til prosjektarbeid over en hel dag eller flere uker.

Kontekstuell modellering har mål relatert til fag og psykologi (Kaiser & Sriraman, 2006). Her legges det i tillegg til resultat også like stor vekt på hvordan en tolker oppgaven.

Pedagogisk modellering handler om pedagogiske og fagrelaterte mål, som strukturering og utvikling av læringsprosesser. Det handler også om å introdusere og utvikle matematiske konsepter (Ferri, 2019; Kaiser & Sriraman, 2006).

Sosio-kritisk modellering har pedagogiske mål som er spesielt opptatt av få en kritisk forståelse av verden rundt oss (Ferri, 2019). Epistemologisk modellering har mer teoriorienterte mål, som for eksempel utviklingen av selve teorien (Kaiser & Sriraman, 2006). Til forskjell fra det pedagogiske perspektivet blir modellering her brukt som et verktøy for å jobbe matematisk, heller enn å fremheve modelleringskompetanse.

Kognitiv modellering kan enten ses på fra et metaperspektiv, hvor målet for forskere er å analysere de kognitive prosessene som finner sted i modelleringsprosessen og forstå disse (Kaiser & Sriraman, 2006). Eller så kan målet, sett fra et psykologisk ståsted, være utviklingen av den matematiske tenkningsprosessen ved bruk av modeller. Det kan være mentale og fysiske bilder, eller mentale prosesser som abstraksjon og generalisering.

Det perspektivet som er mest relevant i forhold til oppgavens problemstilling, er det pedagogiske perspektivet. Dette da perspektivet innebærer det å innse egen kompetansevekst.

Av de seks kategoriene er denne kategorien den mest brukte i praksis (Kaiser & Sriraman, 2006), og den er ifølge Blum (2015) det desidert viktigste aspektet i skolen.

Det er derimot viktig å bruke flere ulike aspekter ettersom elever lærer ulikt. Pedagogisk modellering bruker interessante eksempler med hensikt i å enten illustrere eller motivere. Rollen modellering har til å inspirere elevers interesse, utforskning og talent blir fremhevet (Xu et al., 2022). Det pedagogiske perspektivet fokuserer på å veilede elevene til å utvikle matematiske modeller som kan beskrive og løse reelle problemer (Blum, 2015). Dette inkluderer at elevene identifiserer relevante matematiske konsepter, og bruker dem på en hensiktsmessig måte i ulike kontekster. Blum understreker at det pedagogiske modelleringsperspektivet handler om mer enn å bruke matematikk for å løse konkrete problemer. Det handler i tillegg om å utvikle elevers kritiske tenkning og analyseferdigheter. Det vil si at elevene skal lære å evaluere forskjellige modeller, og vurderes modellenes gyldighet. Perspektivet kan bidra til å øke elevenes motivasjon og engasjement i faget gjennom å bevisstgjøre elevene på matematikkens rolle i den virkelige verden (Blum, 2015). Det kan føre til at elevene utvikler en dypere forståelse for matematiske begreper og dets sammenheng med virkeligheten.

2.1.3 Mål og begrunnelser for modellering i matematikkundervisningen

Blum (2015) kommer med tre argumenter for at vi har matematikk som et obligatorisk fag i skolen. For det første er det et kraftig verktøy for å bedre forstå og mestre nåtidens og fremtidens virkelige situasjoner. For det andre er det et verktøy for å utvikle generelle matematikkompetanser. Siste argumentet er at det er en viktig del av kultur og samfunn, og en verden i seg selv. Vi går på skolen for å ta en del i det sosiale livet som en selvstendig og ansvarlig borger. På bakgrunn av dette skiller Blum mellom fire begrunnelser for å inkludere matematisk modellering i skolen:

1. *Pragmatisk begrunnelse:* For å forstå og mestre virkelige situasjoner må modelleringseksemplene være konkrete og autentiske. Det kan være oppgaver som skal forutsi hvordan et finansielt marked vil utvikle seg, eller å lage prognostiske modeller for en populasjons naturlige utvikling. En pragmatisk begrunnelse kan hjelpe med å visualisere og forstå komplekse systemer og prosesser, og å identifisere sammenhenger og mønstre som man ikke ser intuitivt med kun observasjoner og data.

2. *Formativ begrunnelse:* Modelleringskompetanse kan kun videreutvikles gjennom modelleringsaktiviteter, mens modelleringsaktiviteter kan også være med på å styrke andre matematiske kompetanser (Blum, 2015). Her kan man bruke kognitivt rike eksempler sammen med metakognitive aktiviteter. Det vil med andre ord si å bruke utfordrende eksempler som krever dyp tenkning, i kombinasjon med aktiviteter som støtter elevenes bevissthet rundt egen læring. Matematikk kan bli mer relevant og meningsfullt for elever gjennom å utforske hvordan teorier og metoder kan brukes til å løse problemer og forstå fenomener i virkeligheten. Det kan også gjøre elever flinkere på samarbeid og kommunikasjon dersom de skal løse matematikkproblemene sammen.
3. *Kulturell begrunnelse:* relasjonen til virkeligheten er unngåelig for et tilstrekkelig bilde av matematikk som vitenskap. Her kan man bruke autentiske eksempler som viser elever hvor sterkt matematikken former verden, eller eksempler som lyser opp matematikk som vitenskap. Begge måter bevisstgjør rollen til matematikk og dens relasjoner til den virkelige verden (Blum, 2015). Modellering kan være en viktig del av ulike kulturelle sammenhenger, som for eksempel innen finans, ingeniørfag eller samfunnsvitenskap.
4. *Psykologisk begrunnelse:* Bruk av eksempler fra den virkelige verden kan bidra til å øke elevenes motivasjon og interesse, og være med på å strukturere det matematiske innholdet bedre slik at elevene får en mer adekvat forståelse og at det sitter lengre i hukommelsen (Blum, 2015). Dette kan også ha en positiv effekt på elevers selvtillit og opplevelse av mestring, da de får muligheten til å selvstendig utvikle løsninger og oppdage verdien av matematikk i sine egne løsninger samt dens anvendelser i den virkelige verden. Matematisk modellering kan også hjelpe med å utvikle de kognitive ferdighetene, som problemløsning, resonnering og generalisering.

Den første begrunnelsen handler om hvordan man kan bruke matematikken som et hjelpemiddel for virkeligheten, mens for de resterende tre er det motsatt (Blum, 2015). Da bruker man den virkelige verden som hjelpemiddel til å forstå matematikken. Blum (2015) omtaler dette som dualisme. Han skriver også at i stedet for å kalle det begrunnelse for å inkludere modellering, kan man også kalle det mål ved modellering. Senere formulerte Niss og Blum (2020) de to overordnede begrunnelsene for å inkludere matematikk i skolen som

matematikk for modelleringens skyld, og modellering for matematikkens skyld. Det er ikke to motsetninger, men ulike grunner for å prioritere forskjellige aktiviteter.

Greefrath og Vorhölter (2016) har laget en tredelt inndeling for mål ved modellering. Den skiller mellom mål relatert til innhold, prosessorienterte mål og generelle mål. Mål relatert til innhold handler om å kunne være oppmerksom og forstå fenomener i den virkelige verden når man jobber med modelleringsoppgaver. Det inkluderer den pragmatiske antakelsen om at elever i arbeid med modelleringsoppgaver, utfordrer miljøet sitt og klarer å utforske det ved hjelp av matematikk. Prosessorienterte mål handler om å bruke modellering til å forstå og huske matematikk. Det tredje målet er generelle mål. Matematikkundervisningen skal gi et balansert bilde av matematikk som vitenskap. Det er sentralt at elever skal bli i stand til å kritisk bedømme modeller, som for eksempel skattemodeller, for å bli ansvarlige medlemmer av samfunnet. Man kan også lære sosiale ferdigheter med å samarbeide med modelleringsoppgaver.

Avhengig av målet med aktiviteten, deler Barbosa (2006) perspektivene på den didaktiske tilnærmingen inn i modellering som *innhold, fartøy og kritikk*.

1. *Modellering som innhold* handler om utviklingen av kompetansen man trenger for å modellere virkelige situasjoner (Barbosa, 2006). Elever kan utvikle modelleringskompetanse ved å løse problemer som er ekstra-matematiske ved hjelp av matematikk, og på den måten koble den matematiske løsningen tilbake til konteksten. Det handler om at elever lager matematiske modeller uten at et gitt matematisk emne skal være resultatet av modelleringsprosessen. Modellering blir i seg selv sett på som en legitim del av det som skal læres i matematikkfaget (Hana, 2013).
2. *Modellering som fartøy* ser på modellering som en måte å undervise matematiske konsepter og sammenhenger (Barbosa, 2006). Her kan man trekke inn Blum (2015) sin psykologiske grunn til å drive med modellering. Det vil si å bruke modellering for å fremme holdningene til matematikk. Modellering som fartøy handler om å bruke modellering til å lære noe annet enn modelleringen i seg selv. Målet er å utvikle matematiske begrep og prosedyrer (Hana, 2013).

3. *Modellering som kritikk* handler om å forstå, vurdere og reflektere over modeller. Barbosa (2006) poengterer viktigheten av at eleven får diskutert rollen til matematiske modeller ettersom argumenter og valg i samfunnet er bygget opp av dem, og matematiske modeller ikke er nøytrale beskrivelser. Modellering kan brukes for å danne kritiske og engasjerte borgere (Barbosa, 2006), og er dermed en viktig del av utdanningen. Målet blir å analysere matematiske modeller og deres bruk i samfunnet (Hana, 2013).

Blum (2015), Greefrath og Vorhölter (2016) og Barbosa (2006) har alle lagt frem mål og begrunnelser for hvorfor vi burde inkludere modellering i undervisningen. Ved matematikk for modelleringens skyld, er målet å lære seg å gjøre alle stegene i en modelleringsprosess. Her blir *matematisering* vektlagt. Matematisering er å oversette objekter, relasjoner eller problemer til et område i matematikken som resulterer i en matematisk modell (Niss & Jensen, 2002). Matematisering blir vektlagt for å engasjere i virkelige problemer, samt for å beherske å uttrykke modeller med matematiske ord og uttrykk (Niss & Blum, 2020). Hvis derimot hovedmålet er å lære matematikk, så vil det kunne være gunstig å jobbe matematisk ved bruk av matematiske modeller. De to perspektivene korresponderer med hva Barbosa (2006) kaller modellering som innhold og modellering som fartøy. Det tredje perspektivet til Barbosa (2006), modellering som kritikk, er relatert til Blum (2015) sin kulturelle begrunnelse for rollen matematikk har i samfunnet. Når det kommer til Greefrath og Vorhölter (2016) sine mål, er det allerede nevnt at modellering som innhold er inkludert under den pragmatiske antagelsen. Prosessorienterte mål kan plasseres som Blum (2015) formative mål, da det fokuserer på å bygge og analysere modeller og løsninger. Det siste målet til Greefrath og Vorhölter (2016) var generelle mål. Det kan ses på som det psykologiske målet til Blum (2015) på grunn av at det fokuserer på å utvikle elevenes evne til å tenke kritisk, kommunisere og samarbeide. På denne måten kan vi si at de ulike målene for matematisk modellering i matematikkundervisninger er inkludert i Blum sine fire begrunnelser.

Blum (2015) kategoriserer perspektivene sammen med begrunnelsene for modellering som vist i Tabell 1. Når man jobber med kjerneelementet matematisk modellering, har man ulike mål etter hvilket nivå man er på. Eksemplene en bruker er ikke nødvendigvis gode eller dårlige. Det er avhengig av hensikten med dem, samt nivået til elevene (Blum, 2015). I skolen vil også arbeid med modellering kunne plasseres innenfor flere av disse perspektivene (Hana, 2013).

Hvert perspektiv har ulik innfallsvinkel på oppgavetyper etter hvilke problemstillinger en tar opp, og hvilke spørsmål en stiller seg (Hana, 2013).

Tabell 1: Sammenhengen mellom Kaiser og Sriraman (2006) sine seks perspektiver og Blum (2015) sine begrunnelser for modellering.

Perspektiv	Begrunnelse
Realistisk modellering	Pragmatisk
Kognitiv modellering	Formativ
Sosio-kritisk modellering	Kulturell
Epistemologisk modellering	
Pedagogisk modellering	Psykologisk
Kontekstuell modellering	

2.1.4 Kontrast til oppgave- og lærebokstyrt undervisning

For å utføre matematisk modellering kreves det involvering av flere prosesser, og de blir ofte fremvis i form av en modelleringssyklus (Jankvist & Niss, 2020). Det finnes flere skjematiske illustrasjoner av modelleringssyklusen i litteraturen. Selv om de har noen få epistemologiske ulikheter, og ulikheter i hva de fremhever, har alle diagrammene *minst* tre hovedtrekk til felles. Et viktig poeng å stadfeste er at modelleringssyklusene ikke er en beskrivelse av kronologiske steg man må ta i modelleringsprosessen. Det er heller en analytisk rekonstruksjon av prinsipielle steg som er involvert i enhver modelleringsprosess, selv om noen av dem kan være byttet ut, borte eller usynlig på overflaten av prosessen. Ifølge Niss og Jensen (2002) er det først hovedtrekket til diagrammene at de må strukturere situasjonen, før de så gjør en matematisering. Man må deretter kunne behandle, validere og analysere modellen, og kommunisere med andre om modellen og resultatene. Det handler om å ha et overblikk over og klare å styre den samlede modelleringsprosessen. Blum (2015) har en kjent syv-steps-modell som inneholder verbene: konstruere, forenkle, matematiskere, arbeide, tolke, validere og formidle. Poenget til Blum sin modell er heller ikke å fullføre syklusen i syv-steps-modellen. Man kan gå noen runder før man finner en løsning. I en omfattende forstand betyr modelleringskompetanse evnen til å konstruere og anvende matematiske modeller ved å utføre passende trinn, samt å analysere eller sammenligne gitte modeller.

Modellering er ikke i tråd med den tradisjonelle tilnærmingen i matematikklasserommet, der hovedfokuset ofte ligger på oppgaveløsning og trening på spesifikke algoritmer, etterfulgt av testing (Niss & Blum, 2020). Alrø og Skovsmose (2004) definerer tradisjonell undervisning i matematikk som matematikkundervisning hvor tavleundervisning og løsning av rutineoppgaver dominerer. Ofte er også oppgavene tatt ut fra læreboka. Det er ifølge Alrø og Skovsmose en bestemt måte å organisere klasserommet på. Det er vanlig at læreren i første del av timen går gjennom nytt fagstoff og/eller repetisjon på tavlen. Deretter gjør elevene oppgaver i den andre halvdel av timen. Oppgavene som gjøres bærer ofte preg av at de har samme løsningsmetode som det som har blitt gjennomgått på tavlen eller fra eksemplene i boken. På bakgrunn av hvor sterkt posisjonert læreboken og oppgavene er, kalles tradisjonell undervisning i matematikk ofte *oppgave- og lærebokstyrt undervisning* (Wæge, 2007). Jeg kommer til å bruke dette begrepet i stedet for tradisjonell undervisning da det er vanskelig å argumentere for at en undervisningsform er tradisjonell.

Å anvende matematikk i form av regneoppgaver har alltid inngått i matematikkundervisningen, mens bevisst refleksjon av forholdet mellom de ulike representasjonene og virkeligheten, kom først inn i matematikkundervisningen sammen med innføringen av begrepet matematisk modell (Blomhøj, 2003). Dersom elever kun har hatt oppgave- og lærebokstyrt undervisning hvor det kun finnes et riktig svar og det er forventet at de skal reprodusere allerede kjente løsningsmetoder, blir modelleringsoppgaver vanskelig (Jankvist & Niss, 2020). Memorering kan etablere sterke holdninger, hvor overholdelse av regler trumfer resonnement (Sundre et al., 2012).

2.1.5 utfordringer med modellering

I denne avsluttende teoridelen for modellering vil vi se på utfordringene vi finner ved matematisk modellering i skolen i dag. Som lærer står man overfor flere utfordringer, både av matematisk, pedagogisk og personlig karakter. Dette kommer jeg ikke til å gå mer inn på da det ikke har stor relevans for min tilnærming til oppgaven tema. En annen utfordring er tidsperspektivet. Dette er noe flere lærer opplever som problematisk ettersom det bør settes av rikelig med tid til modellering dersom elevene skal få et reelt utbytte (Hana, 2013). En annen utfordring er at det kan kjennes ut som et brudd på *den didaktiske kontrakten*.

Den didaktiske kontrakten spesifiserer arbeidsdeling og forventning mellom elevene og læreren (Jankvist & Niss, 2020). Kontrakten handler om hva læreren og elevene kan forvente at den andre parten gjør, og ikke gjør, i og utenfor klasserommet. Det kan handle om hvilke oppgaver læreren gir, og hvilke samhandlinger og tilbakemeldinger elevene kan forvente. Den didaktiske kontrakten er noe som vanligvis etableres i stilltiende, gjennom erfaringer, skikker og vaner utviklet over flere år. For å illustrere den didaktiske kontrakten vil jeg komme med et eksempel. Gitt at elever bare har blitt utsatt for oppgaver fra læreboken med ett riktig svar, hvor forventningene ligger i å kun bruke nylig lærte kunnskaper, prosedyrer og metoder. Da vil elevene med stor sannsynlighet føle et brudd på den didaktiske kontrakten dersom de introduseres for mer åpne eller komplekse modelleringsoppgaver som overskrider grensen til ren matematikk. Bruddet på den didaktiske kontrakter forekommer av at elevene ikke er vant til å lage egne antagelser, valg og beslutninger. Det er vesentlig i modellering at elevene har et bevisst forhold til valg av problemløsningsstrategi ettersom modellering ikke er en isolert ferdighet.

Jankvist og Niss (2020) utførte en stor kvantitativ og kvalitativ studie av 315 danske elever på 10.-12. trinn og deres svar på seks modelleringsoppgaver med særlig vekt på de tidligere fasene i modelleringssyklusen. Oppgavene var laget på en slik måte at det var et større fokus på det ekstra-matematiske aspektet. Det gjorde at det teknisk-matematiske ble redusert mest mulig. Studiet viser at et signifikant antall elever har vanskeligheter med å akseptere eller forstå modelleringsoppgaver som bryter med den didaktiske kontrakten danske elever har i matematikkundervisningen. Studiet viser også at *pre-matematiseringen* er et signifikant hinder i matematisk modellering, noe som også fører til at selve matematiseringen er et hinder (Jankvist & Niss, 2020). Pre-matematisering handler om å identifisere relevante matematisk begreper og sammenhenger i en reell kontekst, før man går videre til selve matematiseringen. Jankvist og Niss mener gjennom studiet at en stor årsak for vanskene er utilstrekkelig eller manglende implementerte forventninger. Det er ikke bevis for at elever hadde alvorlige problemer med den tekniske matematiske kunnskapen i håndteringen av de seks oppgavene, som rent matematiske begreper eller formler. Det konkluderes derfor med at hindringene ligger i det grunnleggende, ved å gå fra ekstra-matematiske situasjoner til matematisk modellering. Dette er et nytt funn, spesielt på videregående trinn, ifølge Jankvist og Niss (2020).

Matematisk modellering er en veldig kognitivt krevende aktivitet å drive med ettersom flere kompetanser og ferdigheter er involvert. Det er nødvendig med ekstra-matematisk kunnskap,

matematisk kunnskap, konseptuelle idéer og riktige holdninger (Blum, 2015). De rette holdningene er ekstra nødvendige i arbeid med mer komplekse modelleringsaktiviteter (Blum, 2015). Det kan være en kognitiv barriere på grunn av kompleksiteten til aktiviteten (Blum & Ferri, 2009). Dette tar Blum (2015) og eksemplifiserer ved å vise til resultat av PISA-undersøkelser. Ekspertgruppen til PISA i matematikk har vist at empirisk vanskelighet i PISA-oppgavene kan forklares på bakgrunn av kompetansene som kreves for å løse dem. Hvert eneste steg i modelleringsprosessen kan være en potensiell kognitiv barriere for elever som kan hindre dem i å komme seg videre. Elever kan for eksempel møte på en blokkade allerede i det første steget, og vi dermed kun hente ut data fra teksten og gjøre noen kalkulasjoner etter familiære oppgaver de har gjort tidligere. De kan falle i fellen hvor de ikke skjønner konteksten i oppgaven og vil da ikke klare å forstå situasjonen og konstruere et bilde. Det er derav viktig ifølge Blum å få god trening i modellering slik at en ikke møter på disse utfordringene i like stor grad.

2.2 Holdninger

Mennesker har ulike tanker tilknyttet ordet matematikk. Til å være det vitenskapsfaget som er mest logisk, er det interessant hvordan det kan vekke sterke følelser hos elever og voksne på både godt og vondt. Lærere bruker ofte ordet *holdninger* i sammenheng med matematikk i klasserommet (Di Martino & Zan, 2010). De kan klassifisere elever som er umotiverte og presterer dårlig med å ha lave holdninger. Men hva ligger egentlig i ordet holdninger?

2.2.1 Definisjon av matematiske holdninger

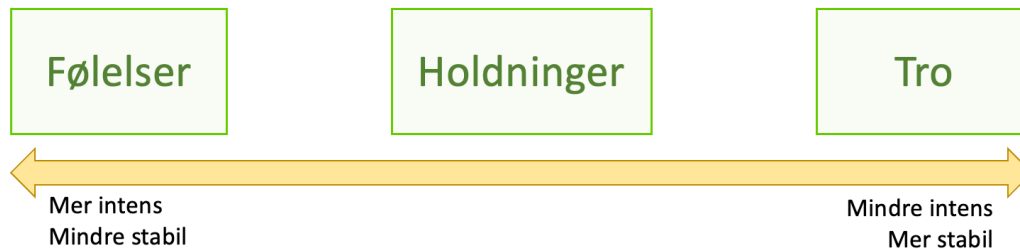
Holdninger er et utfordrende begrep å definere innenfor matematikken. I artikkelen til Wen og Dubé (2022) kommer det frem at kun 20 av hele 95 artikler som de undersøkte, definerer begrepet. Det er flere studier som implisitt definerer holdninger, eller som definerer det ut i fra instrumentet de har brukt (Di Martino & Zan, 2010; McLeod, 1992). Felles for studier av elevers holdninger, er at ikke noen bruker den samme definisjonen av begrepet. Di Martino & Zan deler definisjonene av begrepet inn i tre kategorier:

1. En enkel definisjon ser på holdninger som den positive eller negative graden av følelser knyttet til matematikk. Den fokuserer på den emosjonelle responsen enkeltpersoner har til faget og kategoriserer den som enten positiv eller negativ.
2. En todimensjonal definisjon vektlegger hovedsakelig den emosjonelle responsen til matematikk og individets tro og oppfatninger om faget.
3. En multidimensjonal definisjon består av tre komponenter som utgjør holdninger: emosjonell respons til matematikk, tro og oppfatninger om matematikk, samt atferd knyttet til matematikk. Den anerkjenner at holdninger til matematikk ikke bare er basert på følelser, men inkluderer også individets oppfatninger om matematikk og den observerbare adferden knyttet til faget.

Det at det ikke finnes et felles rammeverk for matematiske holdninger gjør det utfordrende å forske på. Samlet sett gir disse ulike definisjonstypene ulike nivåer av kompleksitet og detaljer i forståelsen av holdninger til matematikk. De enkle definisjonene fokuserer primært på følelser, de multidimensjonale definisjonene inkluderer følelser, tro og atferd, mens de todimensjonale definisjonene snevrer inn fokuset til følelser og tro, uten å eksplisitt adressere atferd. Forskerne bestemmer hva som skal inkluderes og tolker begrepet på sin egen måte, noe som har gjort at forskningen på matematiske holdninger blir ansett som forvirrende og motstridene (Di Martino & Zan, 2010; McLeod, 1992). Det fremheves at et forsøk på å skape en definisjon som skal gjelde for alle forskningsprosjekt, ville ha blitt for generell (Hannula, 2006). I stedet for å se etter hvilken definisjon som er den «riktige», vil det heller være nyttig å se etter hvilken definisjon som best passer oppgavens problemstilling.

I matematikdidaktikken har det vært en tradisjon å betrakte holdninger som en del av det affektive området, som representerer det ikke-kognitive aspektet av menneskets tanker (Hannula, 2006). Forskere har blitt oppmerksomme på at det ikke er mulig å forklare læringsprosessen med kun kognitive prosesser (Maasz & Schloeglmann, 2006). Det er på grunn av at læringsprosessen blir betydelig påvirket av affektive faktorer, som tro og holdninger. De positive eller negative holdningene hver enkelt har til matematikk, er en del av det affektive området i sinnet. McLeod (1992) problematiserer at det ikke finnes et felles rammeverk allerede på 90-tallet, og identifiserer derfor distinkte konstruksjoner innenfor det affektive domenet i matematikk. Han deler det affektive domenet inn i tro, holdninger og følelser. McLeod beskriver følelser som den mest intense og minst stabile komponenten, mens tro er motsatt og

dermed minst intens, samt mest stabil. Holdninger er plassert mellom de to overnevnte som vist i Figur 2. Holdninger vil endres saktere enn følelser, men raskere enn tro.



Figur 2: Det affektive området etter McLeod (1992).

Denne modellen har blitt kritisert på grunn av at den baserer seg på at ulike reaksjoner enten er positive eller negative. Den blir sett på som lite nyansert da den ikke tar hensyn til relevante følelser for å identifisere holdninger, som motivasjon, normer, verdi og identitet. For å illustrere kritikken bak modellen kan man se for seg to elever som har dårlige holdninger til matematikk. Den ene eleven har matematikkangst, mens den andre eleven sliter med kjedsomhet i timene. De vil med modellen til McLeod (1992) bli målt til å ha like holdninger til matematikkfaget, men de vil derimot ha behov for forskjellige tiltak fra læreren.

For å få et fullstendig bilde av holdninger i forskningen, må man eksplisitt definere hvilke aspekter ved holdninger man ser på (Hannula, 2002). Jeg har valgt å se på *følelser* og *tro* som to sentrale konsepter, samt komplementære. De er ulike og må derfor skilles. *Tro* er nevroner som prosesserer informasjon, mens *følelser* innebærer andre fysiologiske reaksjoner i tillegg. Hannula poengterer at interaksjonen mellom dem er så intens at man kan aldri skille dem helt fra hverandre, men at som et analytisk verktøy kan man splitte dem. Valget falt derfor på en todimensjonal definisjon av holdninger ut fra måleinstrumentet som ble brukt i oppgaven. Det Måleinstrumentet som blir gjennomgått først i kapittel 2.2.4, har høy validitet og måler dermed det den skal måle. Holdninger blir målt ut fra de kognitive komponentene, selvtillit og verdi, og de affektive komponentene, glede og motivasjon.

2.2.2 Relevans til matematikkundervisningen

Ifølge McLeod (1992) er det to måter man kan skape holdninger i matematikken på. Enten kan man overføre allerede eksisterende holdninger fra en del av matematikken til en annen, eller så kan man alternativt oppnå holdninger ved gjentatte opplevelser, enten positive eller negative, knyttet til deler av matematikken. Når man oppnår følelsesmessige reaksjoner tydeliggjøres sammenhengen mellom de ulike komponentene i det affektive domenet. Elevenes tro på seg selv i en matematisk situasjon vil kunne påvirke de følelsesmessige reaksjonene. På den andre siden vil det følelsesmessige påvirke hvordan elevene tolker det som skjer i matematikkundervisningen. Vi kan med andre ord si at tro og følelser påvirker hverandre begge veier. Holdninger er gjentatte følelsesmessige reaksjoner som har blitt mer stabile følelser over tid.

Det å måle relativt stabile affektive egenskaper og deres forhold til prestasjon, er en av de vanligste måtene å undersøke det affektive området i matematikkundervisningen (Wen & Dubé, 2022). Ma og Kishor (1997) utførte en metaanalyse av 133 studier på forholdet mellom holdninger og måloppnåelse i matematikken. Resultatet av metastudiet viste at forholdet var avhengig av alder, etnisk bakgrunn, utvalget, utvalgsstørrelsen og publikasjonsdatoen. Kjønn hadde ikke en signifikant effekt på forholdet. Selv om korrelasjonen var svak total sett, så var korrelasjonen sterkere på 7. til 12. trinn og på studier som hadde gjort separate analyser avhengig av kjønn. Lim og Chapman (2013) viser derimot til en rekke studier som viser sterke forhold mellom matematisk måloppnåelse og ulike komponenter for holdninger, som for eksempel glede av matematikk, motivasjon til å gjøre matematikk, selvtillit i matematikk og verdien av matematikk. De peker også på en korrelasjon mellom holdninger og folk som dropper ut.

Gjennom ulike pedagogiske tiltak eller intervensjoner er det mulig å endre elevers holdninger (Lim & Chapman, 2013). Etersom negative holdninger kan ha stor innvirkning på elevenes læring og utbytte av faget, er det spesielt viktig å prøve og endre negative holdninger til matematikk. Måter dette kan gjøres på er å komme med aktiviteter som er tilpasset deres nivå og interesse, men som samtidig utfordrer deres intellektuelle ferdigheter (Wen & Dubé, 2022). Det kan føre til en bedring i elevers selvtillit og mestringsopplevelse i faget, og dermed bidra til mer positive holdninger. En annen måte man kan prøve å bedre elevers ferdigheter på, er ved å knytte matematikken til ulike kontekster og områder der matematikk brukes. Det kan for

eksempel være innen økonomi eller medisin. Da kan det hende at elevene føler at matematikken er mer matnyttig og relevant å lære. En tredje måte en kan prøve å endre elevers holdninger kan være gjennom å tilby dem hjelp og støtte når de møter på hindringer i matematikken. Det kan enten være gjennom gruppearbeid, eller individuell oppfølging.

2.2.3 Instrumenter for å undersøke elevers holdninger

I de fleste studiene av elevers holdninger blir instrumenter som spørreskjemaer og Likert skalaer ofte brukt (Di Martino & Zan, 2010). Det finnes flere måter å undersøke holdninger på. *Fennema Sherman Mathematics Attitude Scale* (FSMAS) er et populært instrument for å måle holdninger i matematikk (Fennema & Sherman, 1976). Selv om FSMAS snart er 50 år gammel og består av 108 spørsmål som tar rundt 45 minutter og fullføre, er det fortsatt det mest brukte instrumentet for holdninger innenfor matematikken (Lim & Chapman, 2013; Tapia & Marsh II, 2004; Wen & Dubé, 2022). FSMAS sine ni skalaer for å måle holdninger er: holdning til suksess i matematikk, matematikk som mannsdominert, farsrollen, morsrollen, lærerrollen, selvtillit, angst, nytte og verdi. Her faller syv av skalaene innenfor det kognitive domenet, mens to av skalaene er innenfor det affektive domenet. Denne skalaen måler ikke bare elevenes holdninger, men den måler også hvilke holdninger eleven observerer hos foreldre og lærere. Selv om det er relevant for elevenes holdninger, er det i liten grad relevant i sammenheng med oppgavens tema.

I denne oppgaven er det valgt å bruke en mer tidseffektiv undersøkelse utviklet av Tapia (1996), kalt *Attitudes Toward Mathematics Inventory* (ATMI). ATMI er en to-dimensjonal skala med selvtillit og verdi som kognitive komponenter, og glede og motivasjon som affektive komponenter (Wen & Dubé, 2022). ATMI-undersøkelsen besto opprinnelig av 49 spørsmål som fordelte seg over seks faktorer (Tapia, 1996). Faktorene var selvtillit, angst, glede, verdi, motivasjon og forventninger fra foreldre/lærere. Etter en analyse av data på et utvalg av 544 studenter slo Tapia (1996) sammen faktorene angst og selvtillit til en enkelt faktor. Resultatet viste en lav vare-til-total korrelasjon på mindre enn 0,50 med elementer på forventningsskalaene til foreldre/lærere, som viser et ikke-signifikant forhold mellom de to elementene (Tapia, 1996). Derfor ble det avvist og førte til en ny skala på 40 spørsmål som besto av kategoriene selvtillit, verdi, glede og motivasjon (Tapia, 1996).

I tiden mellom FSMAS og ATMI ble det ikke laget noen andre instrumenter som måler matematiske holdninger, og samtidig har reliabilitet og validitet (Lim & Chapman, 2013). Begge er verktøy for å måle elevers holdninger, men de fokuserer på ulike aspekter ved dem. En av fordelene ved å bruke ATMI-undersøkelsen er dens karakteristiske og konsistente egenskaper som er innebygget i faktorstrukturen. Dens popularitet og bruk blant forskere er fortsatt lav til tross for den stabile strukturen og dens robuste psykometriske karakteristikk (Lim & Chapman, 2013; Tapia & Marsh II, 2004). Instrumentet vil bli mer utdypet under datainnsamling i metodologikapittelet.

3. Metodologi

I et hvert forskningsprosjekt er det avgjørende å velge en metode og bestemme et forskningsdesign ut i fra hvilke forskningsspørsmål som skal undersøkes (Bryman, 2004). Dette kapittelet vil innledningsvis presentere forskningens formål. Deretter vil forskningsmetodene bli presentert, etterfulgt av studiets valg av forskningsmetode og forskningsdesign. Det vil så bli gitt en detaljert beskrivelse av datainnsamlingen, hvor studiets modelleringsoppgave blir introdusert sammen med utformingen av spørreundersøkelse og intervjuguide. Videre vil valget av deltakere bli begrunnet, og det vil bli presentert en grundig gjennomgang av anonymisering og håndtering av personopplysninger. Til slutt vil kapitlet kritisk reflektere over studiens validitet og reliabilitet, og nøye vurdere valget av metode.

3.1 Formål med forskningen

I teoridelen ble det presentert tidligere forskning på matematisk modellering. Teorien gav innblikk i hvorfor modellering spiller en viktig rolle i undervingen. Teorikapittelet redegjorde også for rammeverket masteroppgaven holder seg innenfor når det kommer til begrepet holdninger. Problemstillingen jeg empirisk ønsker å finne svar på er:

Hvordan kan matematisk modellering fremme elevers holdninger til matematikk?

Det har oppgaven til hensikt å svare på gjennom innsamling av datamateriale som sammen med teori kan svare på forskningsspørsmålene:

- 1. Hvilke holdninger har elevene til matematikkfaget, og hvordan påvirkes disse som følge av modelleringsaktiviteter over fire uker?*
- 2. Hvordan opplever elevene læringsutbyttet av modelleringsaktivitetene?*

3.2 Valg av forskningsdesign

«Samfunnet, herunder skolen og høyere utdanningsinstitusjoner, handler om mennesker, og særlig samhandlingen mennesker imellom. Skal man forske på det som skjer i skolen, må man anvende samfunnsvitenskapelige forskningsmetoder» (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 16).

Sett fra et samfunnsvitenskapelig perspektiv handler metode om hvordan man går frem for å få informasjon om den sosiale virkeligheten, hvordan informasjonen analyseres, og hva den forteller oss om samfunnsmessige forhold og prosesser (Christoffersen & Johannessen, 2012). De viktigste kjennetegnene ved forskningsmetoder er åpenhet, systematikk, grundighet og dokumentasjon. Å samle inn data på virkeligheten man forsker på, kalles *empirisk forskning*. Det er dataen som samles inn som utgjør bindeleddet mellom virkeligheten, og analysen og tolkningen av virkeligheten. Det understrekes at data og empiri ikke er selve virkeligheten, men representasjoner av virkeligheten. Det er derav viktig å velge et forskningsdesign som svarer godt på tematikken og problemstillingen i oppgaven.

3.2.1 Kvalitativ og kvantitativ forskningsmetode

I samfunnsforskning dukket skillet mellom kvantitative og kvalitative forskningsdesign raskt opp (Postholm et al., 2018). En ser på kvalitativ og kvantitativ forskning som ulike ender av et kontinuum, og ikke som dikotomier eller motsetninger (Christoffersen & Johannessen, 2012; Creswell, 2009). Det er mulig å ha ulik grad av hvor kvalitativ eller kvantitativ forskningen er, eller en kombinasjon av metoder i en og samme undersøkelse. Forskning kan være mer kvalitativ enn kvantitativ, og vice versa (Creswell, 2009).

Kvantitativ forskning er en vitenskapelig tilnærming som benyttes for å teste objektive teorier ved å undersøke sammenhengen mellom ulike variabler (Creswell, 2009). Disse variablene kan måles og representeres som numeriske data, som deretter analyseres ved hjelp av statistiske metoder og prosedyrer. Denne typen forskningsmetodikk brukes ofte i situasjoner hvor det er viktig å etablere en sammenheng mellom ulike variabler, og hvor det er nødvendig å kvantifisere og systematisere data for å muliggjøre konklusjoner som er pålitelige og

generaliserbare. Kvantitativ forskning kan være spesielt nyttig i situasjoner hvor det er nødvendig å utføre en presis og pålitelig måling av variabler, som for eksempel i markedsanalyser eller i medisinsk forskning.

Kvalitative forskningsmetoder fokuserer på å forstå og forklare komplekse sosiale prosesser, gjennom å samle og analysere kvalitative datamaterialer, som intervju, observasjoner og dokumenter (Creswell, 2009). Metodene brukes for å utforske og forstå meningen individer eller en gruppe tilskriver et sosialt eller menneskelig problem. Forskingen er preget av betydelig følsomhet ovenfor konteksten den gjennomføres i (Tjora, 2017). Data analyseres induktivt fra det partikulære til det generelle, og forskeren tolker dette (Creswell, 2009). Ifølge Kvale og Brinkmann (2009) er det vanlig med en mer omfattende beskrivelse av gjennomføringen ved kvalitative opplegg kontra kvantitative opplegg, ettersom forskeren må redegjøre for alle steg i forskningsprosessen. Det innebærer hvilket vitenskapsteoretisk utgangspunkt en hører til, hvordan en har designet hele undersøkelsen, hva slags metode en har valgt, og hvorfor og hvordan man gjennomførte datainnsamlingen. Det er hensiktsmessig for at leseren i ettertid kan forstå analysearbeidet og fortolkningen av resultatene, og få en mer nyansert forståelse av hvordan de ulike faktorene og perspektivene henger sammen (Creswell, 2009). Forutsetningene for dette er at forskeren beskriver seg selv og sin erfaringsbakgrunn, kommer med en beskrivelse av informantene og begrunner valg av utvalgsstrategi (Kvale & Brinkmann, 2009). Beskrivelse av informantene kan være basert på demografiske variabler som kjønn, alder og utdanning. Kvalitative metoder krever etiske framgangsmåter og overveielser.

Hovedforskjellen er at kvantitative metoder generelt sett er lite fleksible, mens kvalitative metoder er mer fleksible. Fordelen med lite fleksibilitet, som gjennom spørreskjema med identiske spørsmål og forhåndsoppgitte svaralternativ, er at det er mulig å sammenligne svar på tvers av deltagere og settinger. Fordelene med kvalitative metoder er at de tillater en større grad av spontanitet og tilpasning i interaksjonen mellom forsker og deltager (Christoffersen & Johannessen, 2012). Det gjør at svarene fra intervju ikke nødvendigvis vil være sammenlignbare, men det gir forskeren i intervjuet mulighet til å stille spørsmål, tolke svar og respondere ut ifra dette på oppfølgingsspørsmål. Et annet viktig skille mellom kvalitative og kvantitative metoder, er at førstnevnte har datagrunnlag med utgangspunkt i tekst, lyd eller bilder, mens sistnevnte baserer seg på tall (Andersen, 2017; Christoffersen & Johannessen, 2012).

Å bruke en kombinasjon av metoder for datainnsamling og analyse, og dermed ulike typer data, har vært et kontroversielt tema siden de tidlige dagene av samfunnsforskning (Blaikie & Priest, 2019). Til tross for at det ikke er en generell avtale om nomenklatur, ser det ut til en bevegelse mot å bruke flermetodedesign som et identifiserende konsept. Over de siste 50 årene har mange begreper blitt brukt i tilknytning til denne praksisen. Creswell (2009) definerer *mixed methods*, videre forkortet MM, som en tilnærming hvor forsker samler inn, analyserer og tolker både kvalitative og kvantitative data, og integrerer eller kombinerer de to tilnærmingene på ulike måter. Vi finner MM i midten av kontinuumet mellom kvalitative og kvantitative forskningsdesign. Kombinasjonen gir ny innsikt og nye måter å forstå dataen på (Creswell & Guetterman, 2021). Kvantitativ forskning har vært veletablert som forskningstilnærming i lang tid, og nå har kvalitativ forskning også blitt akseptert av utdanningsforskere. Det siste nye innen utviklingen av utdanningsforskning er MM, og det har fått stor popularitet (Creswell & Guetterman, 2021).

Andersen (2017) sitt hovedargument for å bruke MM er «at det kan gi en bedre og dypere forståelse av tematikken man ønsker å belyse, og dermed styrke tilliten til konklusjonene». Den grunnleggende begrunnelsen for å velge MM er at kombinasjonen av kvantitative og kvalitative metoder gir en bedre forståelse av forskningsproblemet og spørsmålene, enn hva hver enkelt metode gjør hver for seg (Creswell, 2012; Creswell & Guetterman, 2021). Jeg har valgt å bruke MM i min studie for å få en helhetlig forståelse av elevenes subjektive opplevelser, samt undersøke de målbare effektene av modellering. Det vil kunne gi en grundig analyse av sammenhengen mellom matematisk modellering og holdninger i faget.

3.2.2 Forskningsparadigme

Når man skal drive med forskning er det viktig å reflektere over ens egen rolle i forskningen. Et forskningsparadigme kan defineres som en grunnleggende måte å tenke om og nærme seg forskning på, innenfor en bestemt disiplin eller felt (Bryman, 2004). Forskjellige forskningsparadigmer kan ha forskjellige syn på hva som er viktig å studere, hvordan man skal studere det, og hvordan man skal tolke resultatene. De kan også ha forskjellige syn på hva som utgjør gyldig kunnskap eller sannhet, og hvordan man kan oppnå denne kunnskapen (Creswell, 2012).

Det var en paradigmestrid i flere år mellom kvalitativ og kvantitativ forskning (Creswell, 2012). Det ledet til spørsmålet om forskere som bruker ulike metoder, også trenger å forholde seg til bestemte verdenssyn. Noen argumenterer for at MM er uholdbart på grunn av inkompatibiliteten, mens andre hevder at forskning på MM har sitt eget filosofiske verdenssyn kalt *pragmatisme* og at motargumentet skaper en falsk dikotomi. Pragmatisme er en filosofisk tilnærming som vektlegger den praktiske anvendelsen av idéer gjennom eksperimentering, erfaringsbasert læring og problemløsning (Tashakkori & Teddlie, 2010). I konteksten av MM forskning gir pragmatisme filosofisk støtte ved å understreke betydningen av å integrere handling og refleksjon som en kombinert tilnærming. Videre betoner pragmatismen betydningen av å forstå sammenhengen mellom handling og konsekvenser, og erkjenner at forskningens innsikt er begrenset til det som har vært mulig å observere og forstå. Pragmatismen anerkjenner også at forskning bare kan gi oss innsikt i det som har vært mulig, og at fokus bør ligge på å finne løsninger i virkelige situasjoner, heller enn å forfølge abstrakte teorier eller idealer.

Professor John W. Creswell er ledende ekspert på MM forskning. Han har skrevet flere bøker og en rekke artikler i ulike fagfelleverderte tidsskrifter. Creswell (2009) omtaler pragmatisme som et forskningsparadigme innen forskningsmetodologi. Han hevder at pragmatisme representerer en alternativ tilnærming til forskning som fokuserer på betydningen av å skape ny kunnskap gjennom handling og erfaring. Ifølge Neupane (2019) er pragmatisme et biprodukt av den polemiske paradigmekrigen som forener de kvantitative posisjonene til positivistene, med de kvalitative posisjonene til interpretivistene eller konstruktivistene. Creswell (2009) fremhever at pragmatisme, som forskningsparadigme, legger vekt på å undersøke problemstillinger i sin naturlige kontekst, og at denne tilnærmingen kan hjelpe forskere med å utvikle mer relevante og praksisnære løsninger på praktiske utfordringer. Eksperten understreker også at forskningsparadigmet kombinerer ulike forskningsmetoder og teknikker, og dermed muliggjør en integrering av kvalitative og kvantitative metoder. Han ser på dette som en styrke ved pragmatismen, da det kan føre til mer helhetlig og omfattende analyse av et forskningsprosjekt. Kort oppsummert mener Creswell (2009) at pragmatisme som forskningsparadigme kan være en verdifull tilnærming til forskning, spesielt når det gjelder å utvikle kunnskap som kan brukes til å løse konkrete problemer og utfordringer.

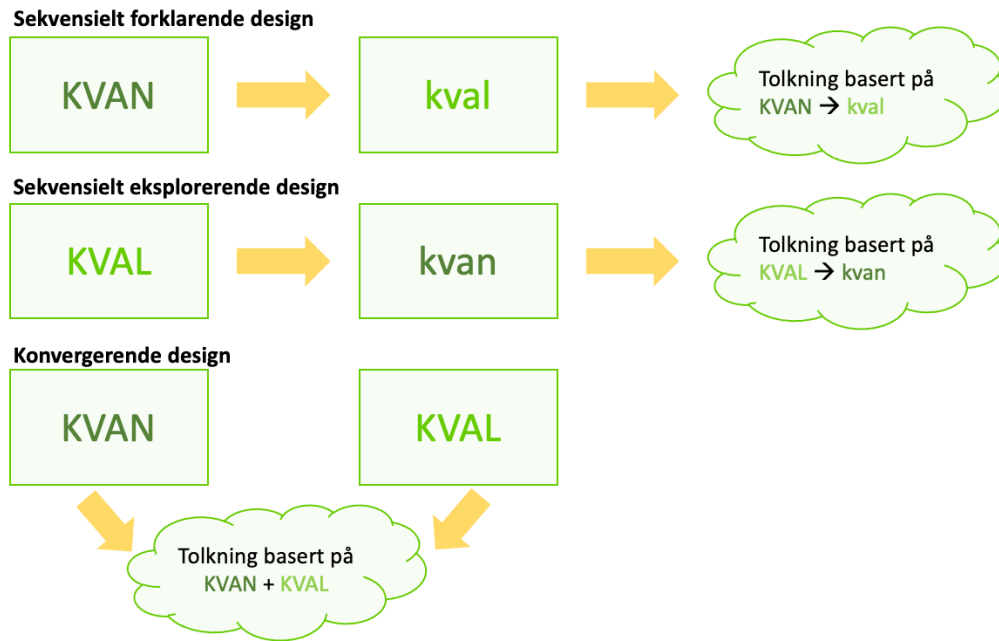
MM kombinerer elementer av både kvantitativ og kvalitativ forskning og det er derfor ideelt ifølge Creswell å innta pragmatisme som filosofisk posisjon (Creswell, 2009, 2012). Årsaken

til at pragmatisme er ideelt er for MM er at den lar forskeren vurdere flere faktorer og utfall før man velger den designtypen som passer best for forskningen. I tillegg oppfordrer pragmatisme forskere til å utføre en helhetlig evaluering, med hensyn til både forskerens kvalitative og kvantitative komponenter, som er et sentralt trekk ved MM.

På bakgrunn av at jeg selv ikke har gjort grundig forskning før, var valg av forskningsparadigme vanskelig. Forskningsparadigmet man opererer innenfor kan påvirke hvordan man designer og utfører forskningen, og hvordan man tolker og presenterer resultatene. Det vanskelige valget ble derfor meget viktig.

3.2.3 Et parallelt konvergerende design

I all forskning er prosessen der man planlegger forskningsprosjektets design viktig, men i MM er det imidlertid én fase som er spesiell. Forskeren må bestemme prioritet og rekkefølge. Den kvalitative og kvantitative delen kan vektlegges like mye, eller så kan den ene har prioritet fremfor den andre. Rekkefølgen, som kalles sekvensvurdering på fagspråket, er også viktig. Skal den underordnede metoden kommer før eller etter den prioriterte, eller skal metodene brukes samtidig? Det må også bestemmes i hvilken fase av forskningen man skal vurdere resultatene fra de to tilnærmingene opp mot hverandre. Disse valgene fører til ulike kombinasjonsmuligheter for design ut fra en prioritets- og sekvensvurdering. Creswell (2012) anbefaler å bruke sekvensielle og konvergerende design når man ikke har erfaring med MM fra før. Navnene på de ulike forskningsdesignene har endret seg mye over årene på grunn av utviklingen i MM feltet. Creswell og Clark (2018) og Creswell og Guetterman (2021) definerer *sekvensielt forklarende design*, *sekvensielt eksplorerende design* og *konvergerende design* som de tre grunnleggende forskningsdesignene. Figur 3 illustrerer forskningsdesignene sine vurderinger av metodenes prioritet og sekvens.



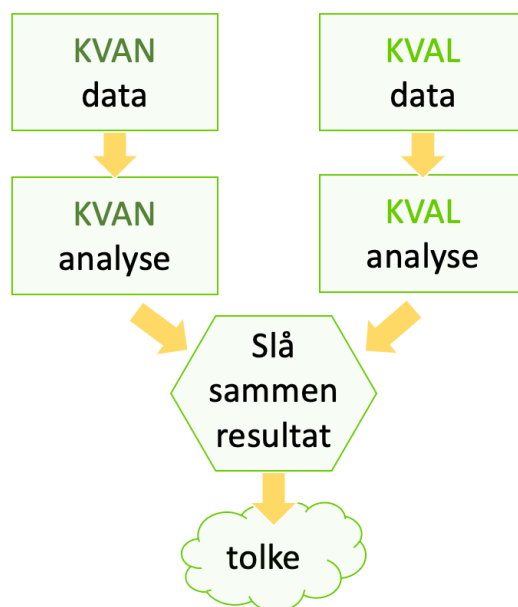
Figur 3: Viser de tre grunnleggende forskningsdesignene. KVAL står for kvalitativt, og KVAN står for kvantitativt. Store bokstaver indikerer det dominerende perspektivet i den aktuelle studien. Diagrammet er basert på Creswell og Guetterman (2021).

Ifølge Creswell og Clark (2018) er sekvensielle design en prosess der en fase av datainnsamling og analyse gjennomføres *før* den andre fasen. Et eksempel på dette er å gjennomføre en spørreundersøkelse og analysere datamaterialet fra den, før en så gjennomfører intervjuer på bakgrunn av resultatene en fikk. Sekvensielle design kan enten være forklarende eller utforskende som vist i Figur 3. I forskningen min blir det naturlig å bruke et konvergerende design. Det vil si at datainnsamlingen og analysen gjøres separat for hver metode, før en så i etterkant sammenligner resultatene som divergerende eller konvergerende (Creswell, 2012).

Et konvergerende design ble først definert som et triangulerende design hvor man bruker kvalitative og kvantitative metoder for å oppnå triangulerte resultater om et enkelt tema (Creswell & Clark, 2018). Det ble ofte forvekslet med bruken av triangulering i kvalitativ forskning, som ikke stemmer overens da MM forskere også bruker dette designet til andre formål enn for å produsere triangulerte funn. «Et konvergerende design er et mixed methods design hvor forskeren samler og analyserer to separate databaser – kvalitativ og kvantitativ – og så slår sammen de to databasene til hensikt i å sammenligne eller kombinere resultatene» (Creswell & Clark, 2018, s. 125). Formålet med et konvergerende design er å få forskjellige, men komplimentære data på samme tema for å bedre forstå forskningsspørsmålene. Det har til

hensikt å slå sammen styrkene og svakhetene fra kvalitative og kvantitative metoder på en slik måte at de utfyller hverandre.

Valget på et konvergerende design, for å best forstå elevers holdninger til matematikk og modellering, har også andre argumenter. Dette designet er gunstig når forskeren har begrenset tid på å hente inn og samle data. For min del fikk jeg et tidsvindu mellom vinterferien og påskeferien på å gjennomføre undervisning i modellering og utføre datainnsamlingen. Ettersom jeg også skulle ha tid til å analysere og diskutere data i etterkant, var det viktig for meg å samle inn så mye data som jeg klarte tidligst mulig. Figur 4 illustrerer hvordan det konvergerende designet gjennomføres i min masteroppgave.

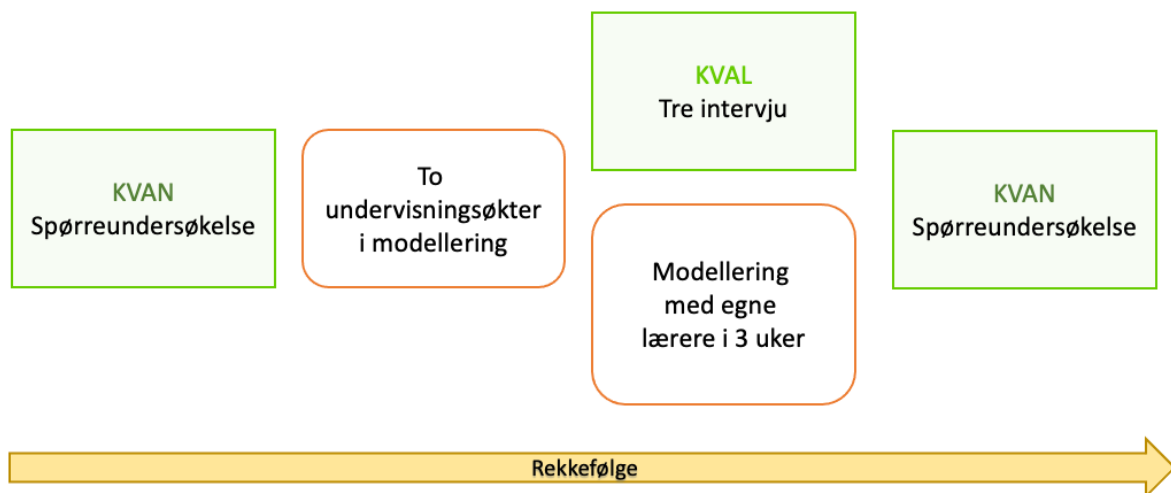


Figur 4: Kvalitative og kvalitative datainnsamlinger og analyser blir gjort uavhengig av hverandre, før de så slås sammen i resultatet. Illustrasjonen er basert på diagrammet av Creswell og Guetterman (2021, s. 602).

En grunnleggende begrunnelse for dette designet er at en datainnsamling gir styrker for å oppveie svakheten til den andre datainnsamlingen, og at man derav får en mer fullstendig forståelse av forskningsspørsmålene (Creswell & Guetterman, 2021). I mitt tilfelle vil respondentenes svar fra en kvantitativ spørreundersøkelse være et godt instrument for å måle holdningene til elevene på klassenivå, mens intervjuer av noen få elever bidrar til mer personlige opplevelser og detaljert forståelse på individnivå. Etter at hvert datamateriale er analysert hver for seg vil vi se på om funnene divergerer eller konvergerer.

3.3 Datainnsamling og analyse

I denne masteroppgaven har det blitt samlet inn både kvalitative og kvantitative former for data for å kunne svare på oppgavens problemstilling og få en mer helhetlig forståelse. Datainnsamlingen startet kvantitativt ved å gjennomføre en spørreundersøkelse. Hensikten med denne var å finne ut hvordan elevenes holdninger til matematikk er. Den samme spørreundersøkelsen ble igjen brukt for å se om det hadde skjedd en endring etter fire uker med modellering. Rekkefølgen på datainnsamlingen er illustrert i Figur 5. For å kunne samle inn troverdig data for temaet, var det viktig at elevene kjente til begrepet matematisk modellering og hvordan man arbeider med det. Valget falt derfor på å ha en uke, bestående av to undervisningsøkter, hvor jeg selv underviste i temaet. De tre påfølgende ukene hadde elevene undervisning med egen faglærer i modellering. I samme tidsrom gjennomførte jeg tre intervju.



Figur 5: Viser tidsrammen for studiet. Basert på egen utførelse.

3.3.1 Modelleringsaktiviteter

Akkurat hva som klassifiseres som en god modelleringsaktivitet, er vanskelig å si. Det må være et problem og ikke en øvelse for elevene (Barbosa, 2006). Dessuten må problemet være tatt fra virkeligheten. Klassene jeg fikk gjøre forskningen min med, var ikke kjent med begrepet matematisk modellering fra før. Det gjorde at fokuset mitt var på å introdusere, inspirere og vekke nysgjerrighet rundt modellering. Det vil si at modelleringsaktivitetene som kommer har

blitt valgt og utformet ut ifra pedagogisk modellering. Læreren ville vektlegge regresjonsanalyser i GeoGebra og kritisk tenkning de påfølgende ukene.

I utarbeidelsen av modelleringsaktivitetene ble det tatt utgangspunkt i seks prinsipper utarbeidet av Lesh et al. (2003), samt tidligere oppgaver laget av Blum (2015); Blum og Ferri (2009); Blum og Leiß (2007); Henning og Keune (2007). De seks prinsippene blir også brukt av Hana (2013), og det er hennes oversettelse som brukes videre. Under listes disse opp med en kort beskrivelse.

1. *«Realitets»-prinsippet.* Er oppgaven presentert i en relevant og meningsfull kontekst som det er lett for elevene å forstå og engasjere seg i? Kan de basere seg på egen forkunnskap og erfaring for å forstå situasjonen.
2. *Modellkonstruksjonsprinsippet.* Ser elevene behovet for at en modell blir konstruert, modifisert, utvidet eller avgrenset? Fokuserer oppgaven på underliggende mønstre og strukturer i stedet for overfladisk informasjon?
3. *Selvevalueringsprinsippet.* Er det mulig for elever å selv bedømme resultatet sitt? Er kriteriene klare nok for at elever klarer å vurdere hensiktsmessigheten til alternative svar på situasjonen?
4. *Dokumentasjonsprinsippet.* Gir oppgaven elevene mulighet til å begrunne og dokumentere deres betingelser, mål og mulige løsningsveier. Samt hvilken matematikk som er blitt brukt?
5. *Enkelhetsprinsippet.* Er situasjonen så forenklet som mulig, samtidig som den gir behov for å lage en modell?
6. *Generaliseringsprinsippet.* Gir situasjonen mulighet til å utvikle strategier, som gjør at elevene kan modifisere eller utvikle disse, som gjør det mulig å løse liknende problemer?

Den første dobbeltimen besto av en kort introduksjon til modellering, før elevene i klassen ble delt inn i grupper på fire. Det var to modelleringsaktiviteter som skulle løses. Begge var åpne i den forstand at de manglet informasjon som var nødvendig for å løse problemet. Denne informasjonen måtte elevene selv gjøre antagelser for å estimere eller hente inn. Ingen av oppgavene hadde det Hana (2013) kaller et «beste» svar. En viktig del av slike oppgaver er refleksjonen og begrunnelsene, noe som gjør dem til en god inngangsport til matematisk modellering. Den første modelleringsaktiviteten tok utgangspunkt i en oppgave fra Blum og

Ferri (2009). Her fikk elevene oppgitt bredden og lengden på en sko som var ekstremt stor, og så skulle de komme frem til hvor høy eieren av skoen må være. I Vedlegg 1 finner man oppgaveteksten gruppene fikk til de ulike modelleringsaktivitetene.

Den andre modelleringsaktiviteten de fikk var inspirert av Blum (2015) og Blum og Leiß (2007). Her fikk gruppene informasjon om avstanden til to ulike bensinstasjoner og de tilsvarende prisene hos hver av dem. De skulle så avgjøre hvilken av de to bensinstasjonene det lønnet seg å fylle bensin hos og hvorfor.

Begge modelleringsaktivitetene krever at elevene oversetter noe fra virkeligheten til matematikken, og de utfyller de seks prinsippene til Lesh et al. (2003). De kan derfor kalles modelleringsaktiviteter.

Den andre dobbeltimen hadde et større fokus på at gruppene skulle løse et problem. Modelleringsaktiviteten tok inspirasjon i Henning og Keunes (2007) konsertoppgave. Elevene fikk i oppdrag å finne ut hvor mange billetter de kunne selge til en konsert med en kjent artist i idrettshallen sin. Her er det mange antagelser, begrensninger og utregninger elevene må gjøre for å komme frem til et svar. Denne oppgaven utfyller også prinsippene til Lesh et al. (2003), og vil være en god modelleringsoppgave for nybegynnere for å bli kjent med denne måten å jobbe med matematikk på.

Grunnen til at valget falt på nettopp denne aktiviteten, var en flervalgsoppgave Blum (2015) tar opp fra PISA kalt «rockekonsert». I oppgaven fikk elevene vite at det skal være en konsert hvor området tilskuerne skal stå på er rektangulært med målene 100m x 50m, og konserten er utsolgt. De skal så estimere hvor mange personer som er med på konserten, og får følgende alternative: 2000, 5000, 20.000, 50.000 og 100.000. Det var kun 26% som svarte riktig på oppgaven, og selv land som Finland som er et av det høyt presterende landene, hadde bare 37% som svarte riktig. Der var derfor interessant å teste en liknende oppgave, bare med flere steg og uten svaralternativ.

Elevene jobbet godt i gruppene. Faglærer og jeg gikk rundt for å høre hvordan de drøftet og argumenterte. Stemningen var god i klasserommene. Det var særlig dette med å gjøre antagelser som endret seg markant fra første dobbelttime til den andre. Elevene gikk fra å ikke forstå hvorfor og hvordan de selv kunne gjøre antagelser, til å være mer bestemte og reflekterte på konsertaktiviteten. Engasjementet hadde økt.

3.3.2 ATMI undersøkelse

«Å lage spørreskjemaer består både i å reflektere over hvilke opplysninger vi skal spørre om, vurdere hvordan fenomener kan operasjonaliseres, samt praktisk utforming» (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 129). Man tar vanligvis ikke med seg «alt» man ønsker å spørre om i utarbeidelsen av et spørreskjema. Det trengs en nøye vurdering av hvilke spørsmål man tar med, samt utelater. Det viktigste i utforming av et spørreskjema er at spørsmålene formuleres på en måte som gir adekvate svar på problemstillingen. Å måle endring i holdninger kan gi innsikt i om modellering endrer holdningene på måten som er tenkt, eller motsatt (Anderson et al., 2007). Hannula (2002) setter i sin konklusjon fokus på at det er viktig å eksplisitt definere hvilke aspekter ved holdning man undersøker, når man driver med forskningsmetodikk. Etersom holdninger er integrerte og dynamiske og varierer fra person til person, er de vanskelige å observere.

For å samle inn numerisk data på elevers holdninger, falt valget mitt på å bruke Tapia og Marsh II (2004) sitt instrument, kalt ATMI-undersøkelsen (Attitudes Toward Mathematics Inventory). Undersøkelsen besvares ved hjelp av en fem-punkts *Likert skala* med svaralternativene «veldig uenig», «uenig», «hverken eller», «enig» og «veldig enig». De 40 påstandene i ATMI-undersøkelsen deles inn i fire kategorier:

1. Egen selvtillit og eget selvbilde i matematikk – 15 påstander
2. Nyttighet, relevans og verdi matematikk har i livet – 10 påstander
3. Interesse for matematikk og motivasjon til å fortsette med det – 5 påstander
4. I hvilken grad eleven får glede av å jobbe med matematikk – 10 påstander

Spørreskjemaet er strukturert og prekodet. Det vil si at det er oppgitte svaralternativer på forhånd, og det forekommer ingen åpne spørsmål. Gjennomføringen av spørreundersøkelsen forenkles for respondenten ved at en bare trenger å markere det aktuelle svaralternativet. Bryman (2004) nevner at samfunnsvitenskapelig forskning ofte bruker en fem-punkts Likert skala, ettersom det kan gi et balansert antall svaralternativer. Det gjør kodings- og analyseringsprosessen av respondentenes svar i dataprogrammer i etterkant mer lettvent (Bryman, 2004; Christoffersen & Johannessen, 2012). Svaralternativet «hverken eller» kan være nyttig for å gi respondentene mulighet til å uttrykke at de ikke har noen spesiell holdning til en påstand. Det kan også argumenteres for at det er uproduktivt med et slikt nøytralt

alternativ, men jeg fant det hensiktsmessig å ha fem svaralternativ som ATMI-undersøkelsen originalt har. Gjennom tidligere forskning har det også blitt gjort omfattende utprøvinger av spørreundersøkelsen gjennom validitets- og reliabilitetstester, som viser at undersøkelsen klarer å måle elevenes holdninger til matematikk. Dette vil jeg gå mer inn på i validitet og reliabilitetsdelen av kapittelet.

En annen grunn til at valget mitt falt på ATMI-undersøkelsen, er antall spørsmål. Har en undersøkelse for mange spørsmål så kan man risikere at respondenten, her eleven, ikke fullfører undersøkelsen og man ender opp med en lavere svarprosent. Det finnes ikke et absolutt svar på hvor mange spørsmål man bør ha med i et spørreskjema, men man bør prøve å ta med så få som mulig som fortsatt gir et tilstrekkelig antall.

Undersøkelsen ble gjennomført anonymt og digitalt via itslearning. I forkant vil elevene bli gjort kjent med hva undersøkelsen går ut på, hva den skal brukes til, at det er frivillig å delta, og ikke minst at all informasjonen vil bli behandlet fortrolig. Den skriftlige informasjonen elevene fikk står i Vedlegg 2.

Valget på en strukturert og prekodet spørreundersøkelse ble tatt på bakgrunn av tidsbesparelse, samt tre planlagte semistrukturerte intervjuer. Det ble derfor ikke hensiktsmessig å samle inn mer data gjennom spørreundersøkelsen. På grunn av den limiterende tidsfaktoren og tilgang til respondenter, har jeg valgt å ikke gjennomføre en pre- eller posttest av undersøkelsen. Spørreundersøkelsen har blitt oversatt av meg selv fra engelsk til norsk og er i Vedlegg 3.

For å analysere den kvalitative dataen, involveres flere steg (Creswell & Guetterman, 2021). Det første steget innebærer å putte de numeriske dataene inn i ett dataprogram. Mitt valg falt på statistikkprogrammet SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Før dataanalysen måtte jeg inventere 11 av påstandene. Det ble gjort på den måten at alle spørsmål fikk samme ordlyd. Da undersøkelsene ble gjennomført ble alle spørsmål stilt på den måten de var i det originale spørreskjemaet til Tapia og Marsh II (2004), bare oversatt til norsk. Et eksempel er «Matematikk er et av de fagene jeg frykter mest» og «Matematikk skremmer meg ikke i det hele tatt». «Veldig enig» på den første påstanden, vil være det samme som «veldig uenig» på den andre påstanden. Dette gjorde at jeg i før analysen måtte inventere påstandene slik de kunne samles i de fire summerte kategoriene: *motivasjon, glede, selvtillit og verdi*. I tillegg brukte jeg SPSS til å erstatte påstander som ikke var besvart med midtverdien «hverken eller». Man kan endre opp til 15% av manglende data uten at det endrer de samlede funnene (Creswell &

Guetterman, 2021). I datasettet ble 2% endret i den første spørreundersøkelsen og 4% i den andre.

For å analysere data vil det først bli gjort deskriptiv statistikk. Her vil gjennomsnittet av hver påstand før og etter tiltak bli målt, samt vil det bli gitt en mer beskrivende statistikk for hver av de fire samlede kategoriene. Det vil så bli laget stolpediagram til påstander som er viktige for oppgaven.

Det skulle blitt gjennomført en t-test for avhengige hendelser for å sjekke om endringene i respondentenes svar var signifikant. Den kan kun bli utført på gjennomsnittet for hver kategori dersom kategorien er normalfordelt. Tabell 2 viser at de fire kategoriene hver for seg og samlet sett, var normalfordelt både før og etter tiltak. Det kan leses av tabellen ettersom p-verdien er høyere enn signifikansnivået på 0,05 for hver kategori i *Kolmogorov-Smirnov testen*, og det samme gjelder for *Shapiro-Wilk testen* hvor alle har et høyere observert signifikansnivå enn signifikansnivået på 0,05. Testene for normalitet ble gjennomført i SPSS. I statistikkprogrammet ble det også sett på histogram som viste normalkurvene for de ulike kategoriene.

Tabell 2: Tester for normalitet på datamateriale utført i SPSS.

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ¹			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
verdi	FØR	.133	31	.177	.935	31	.060
	ETTER	.111	27	.200*	.945	27	.158
selvtillit	FØR	.108	31	.200*	.977	31	.720
	ETTER	.151	27	.119	.947	27	.177
glede	FØR	.132	31	.179	.965	31	.388
	ETTER	.127	27	.200*	.946	27	.174
motivasjon	FØR	.087	31	.200*	.971	31	.545
	ETTER	.116	27	.200*	.945	27	.360
holdninger	FØR	.121	31	.200*	.963	31	.355
	ETTER	.148	27	.133	.947	27	.178

*. This is a lower bound of the true significance.

1. Lilliefors Significance Correction

3.3.3 Intervju

Kvalitative intervjuer er den mest brukte måten å samle inn kvalitative data på (Bryman, 2004; Christoffersen & Johannessen, 2012). Det kommer av at det er en fleksibel metode som kan brukes nesten over alt, og muliggjør detaljerte og fylldige beskrivelser.

Samtaler er viktig for at mennesker skal forstå hverandre, svare på hverandres spørsmål, kommentere hverandres utsagn eller handlinger, samt beskrive hvilke intensjoner de har, hva de tenker, føler og mener. Samtalen gir innblikk i personens livsverden – gjerne gjennom fortellinger og historier. (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 77)

Kvale og Brinkmann (2009) karakteriserer et kvalitativt forskningsintervju som en samtale med struktur og formål. Rollefordelingen bestemmer strukturen ved at intervjuer stiller spørsmål og bruker svarene fra informanten til oppfølgingsspørsmål. Intervju er mer enn en dialog med kun rene spørsmål og svar, og det har til formål å forstå eller beskrive noe (Christoffersen & Johannessen, 2012). Registreringen av svar i intervjuet utgjør forskerens data i kvalitative intervju. Selv om det er tidskrevende å gjennomføre intervjuer, transkribere og analysere transkripsjonene, er det god metode for å få innblikk i intervjuobjektets egne tanker og liv (Bryman, 2004). For å svare på problemstillingen min har jeg behov for å gi informantene større frihet til å uttrykke seg enn det et strukturert spørreskjema tillater.

Et kvalitativt intervju kan foregå på flere forskjellige måter. Det er et kontinuum fra ustrukturert til strukturert intervju med faste svaralternativer. Jeg har valgt å gjennomføre semistrukturerte intervjuer. «Et *semistrukturert*, eller *delvis strukturert intervju*, har en overordnet intervjuguide som utgangspunkt for intervjuet, mens spørsmål, temaer og rekke-følge kan variere. Man beveger seg fram og tilbake.» (Christoffersen & Johannessen, 2012). Ifølge Christoffersen og Johannessen (2012) kommer menneskers erfaringer og oppfatninger best frem når informanten kan være med på å bestemme hva som tas opp i intervjuet. Informanten kan med andre ord bli bedt om å rekonstruere hendelser, noe som ikke er mulig gjennom det strukturerte spørreskjemaet. Det er altså positivt i kvalitative intervju at informanten snakker i vei og snakker rundt spørsmålet som har blitt stilt (Bryman, 2004). Det er på grunn av at det kan gi innsyn i hva informanten mener er relevant og viktig informasjon å ta opp. Ettersom studien har et MM design ble det nødvendig å ha noe struktur, slik at en sikrer muligheten for sammenligning på tvers av metodene, og ikke bare hver for seg.

Før intervjuet fant sted ble informasjon om prosjektet formidlet på nytt. Det har blitt tatt utgangspunkt i hva Christoffersen og Johannessen (2012) mener burde være med før selve intervjuet. Det innebærer at forsker må presentere seg selv og informere om prosjektet, og fortelle om hvilke spørsmål man kan forvente å få. Forsker må også gå gjennom hvordan intervjuet dokumenteres, og hva som blir gjort med datamateriale etter prosjektets slutt. Her vil også deltagerens anonymitet bli garantert, og informantens rett til å avslutte intervjuet når som helst. I tillegg ble antatt tid avklart før selve intervjuet startet. All denne informasjonen fikk elevene skriftlig i forkant av intervjuet, samt muntlig før opptakene startet.

I intervjuguiden er det en liste over temaer og generelle spørsmål som skal stilles i løpet av intervjuet. Den tar utgangspunkt i problemstillingen og forskerspørsmål, samt svar fra spørreundersøkelsen. Intervjuguiden er i Vedlegg 4. Vanligvis vil en intervjuguide ha en bestemt rekkefølge på temaene, men denne endret seg etter hvilket tema informantene selv kom innpå. For at jeg skal få utdypet de ulike temaene, besto intervjuguiden også av underspørsmål. Det ga en god balanse mellom standardisering og fleksibilitet gjennom de delvis strukturerte intervjuene (Christoffersen & Johannessen, 2012). Et semistrukturert intervju er både planlagt og fleksibelt, og har som mål å få tak i informantens beskrivelser med hensikt i å kunne analysere og beskrive disse etterpå (Krumsvik et al., 2019). Hvilke data man får ut er avhengig av intervjuer. Om man lytter godt til informantens svar, tolker kroppsspråk og ansiktsinntrykk, og stiller de gode oppfølgingsspørsmålene som kan føre til meningsfulle og verdifulle informasjon, kan det være med på å belyse problemstillingen ytterligere (Kvale & Brinkmann, 2009).

En god metode for å sikre koherens i studien er å utarbeide intervjuguiden med utgangspunkt i forskningsspørsmålene fra prosjektet (Bryman, 2004; Krumsvik et al., 2019). God koherens vil si at det er sammenheng mellom det studien skal undersøke, og de spørsmålene som stilles. Bryman (2004) poengterer noen elementer man bør følge i forberedelsen av en intervjuguide. Det innebærer å formulere spørsmålene på en måte som svarer på forskerspørsmålene, samtidig som dem ikke må være for spesifikke eller ledende. I tillegg vil det å strukturere spørsmål og tema i en naturlig rekkefølge være fordelaktig, selv om rekkefølgen på disse kan endres i det faktiske intervjuet. Det er også viktig å bruke et språk og ord informantene forstår. Videre kommer Bryman (2004) også med noen praktiske punkter. Å ha et godt opptaksverktøy og mikrofon gjør transkriberingen lettere. Det ble gjort lydopptak på lydbånd med støyreduering i et stille og tomt klasserom.

Intervjuguiden startet med enkle spørsmål i starten. Det er for å skape en relasjon og et tillitsforhold til informanten i den første fasen av intervjuet (Christoffersen & Johannessen, 2012). Det kom deretter introduksjonsspørsmål som bruktes for å rette oppmerksomheten til informanten mot temaet, og for å få informanten til å komme med sine egne erfaringer og betraktninger rundt modellering. Etter det ble hoveddelen av intervjuet satt i gang. Intervjuguiden besto av noen nøkkelspørsmål som var kjernen i guiden. Disse ble det naturlig å komme med oppfølgingsspørsmål til. De mest sensitive spørsmålene som kan forekomme i forbindelse med informantens tanker til seg selv i matematikksammenheng, kom mot slutten. Det er på grunn av at da hadde informanten fått tid til å bli bedre kjent med meg som forsker, og var tryggere på å svare på spørsmål. Det var ikke sensitive spørsmål, men spørsmål som kunne vekke følelser dersom man for eksempel har et negativt tankesett knyttet til mestring i matematikk. Helt til slutt ble det åpnet opp for å oppklare eventuelle uklarheter, eller innspill og kommentarer til intervjuet. Jeg hørte også om det var noe informanten hadde på hjertet som ikke kom frem i løpet av samtalen.

Et annet viktig poeng Bryman (2004) tar opp er at man ikke må følge intervjuguiden til punkt og prikke. Den er, som det ligger i ordet, en guide. Man kan stille nye oppfølgingsspørsmål etter hva informanten svarer, og kan variere rekkefølgen på spørsmålene i guiden. En kan også stille spørsmål i guiden på en annen måte. Det er med andre ord et fleksibelt intervju som ikke har en klar struktur. Det blir dannet på bakgrunn av svarene respondenten gir, og spørsmålene kommer som en følge av dem. Målet er å få rike og detaljerte svar fra informantene (Bryman, 2004).

For å dokumentere intervjuene ble det gjort lydopptak som ved en senere anledning ble transkribert. Bryman (2004) tar opp to utfordringer som kan skje i sammenheng med opptak av informanter. For det første kan informantene nekte å bli gjort opptak av, og for det andre kan det skje en feil med utstyret. For å unngå disse hindringene blir det gjort opptak på to opptakere. Det blir i tillegg gjort klart for elevene i forkant at det blir gjort opptak av intervjuene. De signerte på at de ville være med på spørreundersøkelsene og/eller intervju. I etterkant av intervjuene blir det tatt notater på hvordan intervjuene gikk. Det vil si om informanten var pratsom, nervøs, samarbeidsvillig, trøtt og så videre. Det ble også notert hvor intervjuet ble gjennomført, hvordan gjennomføringen var, og om det var noen nye tanker eller innfallsvinkler som burde noteres ned.

Transkripsjonene av intervjuene ble brukt til å utforske de underliggende årsakene og erfaringene som fører til respondentenes holdninger til matematikk og modellering. For å kunne dykke dypere inn i elevenes tenkemåte og forståelse av konsepter innenfor matematisk modellering, var det nyttig å transkribere slik at jeg hadde mulighet til å lese over transkripsjonene flere ganger. En fordel er at det hjelper å korrigere de naturlige begrensningene minnene våre har, og de intuitive glosene vi kan pålegge informantene (Bryman, 2004). Man går fra talespråket til skriftspråket når man transkriberer, og Kvale og Brinkmann (2009) omtaler det som svekkende og som dekontekstualiserte gjengivelser. Det er på grunn av at intonasjon og stemmeleie går tapt, og forskerens tolkning vil påvirke transkripsjonen. Det er derimot verdifullt at materiale struktureres i tekstform, da det gir en bedre oversikt og starter analyseprosessen. Jeg har derfor tatt og transkribert alle intervjuene selv.

Analysemetoden man bestemmer seg for vil styre forberedelsene til intervjuet (Kvale & Brinkmann, 2009). Det innebærer utarbeiding av intervjuguiden, intervjuprosessen og transkriberingen. Ifølge Kvale og Brinkmann (2009) og Bryman (2004) er det derfor viktig å ha en plan for datainnsamlingen *før* man foretar den. Det vil være en fordel ettersom analyseringen er basert på tryggere grunn, samt den endelige analyseringen blir enklere. Analysemetoden som ble valgt for å analysere de kvalitative dataene, var *tematisk analyse*.

En *tematisk analyse* er en metode for å identifisere, analysere og tolke mønster innen kvalitativ data (Clarke & Braun, 2022). Analysen i denne oppgaven har fulgt rammeverket til Clarke og Braun (2022), som består av seks steg. Målet med en tematisk analyse er å identifisere temaer som er interessante eller viktige, for så å bruke disse for å belyse forskningens tema. Det er mye mer enn å kun oppsummere data. En god tematisk analyse tolker og skaper mening ut av datamaterialet. De seks stegene er organisert i en sekvensiell rekkefølge, men det er ikke en lineær prosess hvor man kun følger stegene. Man går fleksibelt frem og tilbake i fasene for å få mest mulig ut av datamaterialet. Kort oppsummert går disse stegene ut på å 1) gjøre seg kjent med datamaterialet, 2) kodegenerering, 3) søke etter temaer, 4) gjennomgang av mulige temaer, 5) definering og navngiving av temaer og 6) produsere en rapport (Clarke & Braun, 2022).

Ettersom det ikke finnes et felles rammeverk for holdninger, har jeg ikke gjort en rent deduktiv tilnærming til min tematiske analyse. Jeg tok derimot bakgrunn i ATMI-undersøkelsen og dens fire faktorer for å måle holdninger, og på den måten har jeg heller ikke en helt induktiv tilnærming. En deduktiv tilnærming er teoridrevet, mens en induktiv tilnærming er drevet av

datamaterialet (Di Martino & Zan, 2010). Det er sjeldent koding og analyser faller innenfor kun én av disse tilnærmingene. Clarke og Braun (2022) presiserer at den ene tilnærmingen har en tendens til å dominere over den andre, og det kan indikere en overordnet orientering mot å prioritere enten forsker/teoribaserte meninger eller respondent/databaserte meninger. Begge tilnærmingene har blitt brukt i denne oppgaven. Det ligger teori i grunn for spørreundersøkelsen, som var utgangspunktet for noen av de overordnede temaene i intervjuguiden, derav preges oppgaven tidvis av en deduktiv tilnærming. Likevel bæres oppgaven i størst grad av en induktiv tilnærming. Det har oppstått nye temaer induktivt gjennom de seks stegene i temaanalysen, selv om intervjuguiden tok utgangspunkt i holdningsbegrepet til ATMI-undersøkelsen. Å ha respondentbaserte meninger i fokus er mest naturlig på grunn av oppgavens problemstilling. Det ble for grunt å holde seg til kategoriene/temaene motivasjon, glede, selvtillit, verdi og modellering, for å besvare forskerspørsmålene.

For å starte den tematiske analysen ble alle sidene med transkripsjon fra de tre intervjuene skrevet ut og leste gjennom flere ganger. Det var nødvendig for å klare å indentifisere informasjon som kunne være relevant til problemstillingen (Clarke & Braun, 2022). Ord eller setninger ble gullet ut for hånd, og så ble tentative koder skrevet i margen. Koder danner grunnlaget for det som senere er temaene i analysen. Enhver form for data som kanskje kan være nyttig for problemstillingen, ble kodet. Noen av kodene som oppstod var «individuelle forskjeller», «kreativitet og logikk» og «arbeidsmåter». Etter at all relevant data hadde blitt kodet, skiftet fokuset seg fra å tolke individuelle elementer i datasettet, til å tolke hele datasettet sett i sammenheng. Det vil si at kodene ble gjennomgått og analysert i henhold til om de kan kombineres til felles betydninger og danne et tema. Et eksempel på dette er at «lei», «humør» og «ork», ble til «dagsform». Ulike temaer er ikke noe en finner i datamateriale, men noe en konstruerer selv utfra sammenhengen mellom kodene (Clarke & Braun, 2022). Viktigheten eller fremtredenen av et tema er ikke avhengig av antall koder eller dataelementer, men av at mønsteret av koder og dataelementer kommuniserer noe meningsfylt som bidrar til å besvare forskningsspørsmålene (Clarke & Braun, 2022).

Tema man ender opp med skal være en intern konsistent redegjørelse av data, som ikke kan fortelles av de andre temaene (Clarke & Braun, 2022). Alle temaene bør imidlertid samles for å skape en klar fremstilling som er konsistent med innholdet i datasettet og informativ i forhold til forskningsspørsmålene. Hvert tema og undertema vil i Tabell 3 uttrykkes i forhold til undertema og eksempler fra datasettet. Det var flere undertema enn det som er tatt med her,

men dette er undertemaene som er viktigst for oppgaven. Flere utdrag brukes fra hele datautvalget for å formidle mangfoldet av uttrykk i et tema, og for å vise sammenhengen mellom de forskjellige elementene som utgjør et bestemt tema i analysen.

Tabell 3: Oversikt over temaer og koder i dataanalysen med eksempler.

Tema	Undertema	Eksempler
Interesse og motivasjon for skolearbeidet	Samhold i klassen, dagsform, mestring, kjedelig, interessant	<p>«Det handler egentlig mest om hvilke fag jeg har hatt tidligere på dagen. Sånn har jeg hatt mange fag der vi har måtte gjort mye selv i timene så orker jeg ikke å gjøre en stor innsats i matematikktimen på slutten av dagen akkurat.»</p> <p>«Helt ærlig kommer det an på klassen. Uansett hvor gøy en oppgave kan være blir den kjedelig dersom klassen er sånn seriøst? Må vi gjøre dette nå.»</p>
Oppeves meningsfullt og nyttig	Anvendbart, relevant, autentiske eksempler, grunnleggende matematikk, yrker, hjelpemidler	<p>«Det gir faktisk null mening at vi får karakter på matematikk vi kun trenger i klasserommet. Hvorfor skal det vises på vitnemålet liksom?»</p> <p>«Jeg likte at alle fikk forskjellige svar ut fra hvilke antagelser vi hadde gjort. Det var litt kult å se hvordan vårt svar var så ulikt de andre sitt uten at det var feil.»</p> <p>«Altså vi er 1P, ingen av oss trenger matematikk etter videregående. Kanskje litt «basic» matematikk, men ikke GeoGebra?»</p> <p>«Det er viktig å kunne matematikk, i hvert fall det grunnleggende.»</p>
Fast tankesett	Interesse, ferdigheter, innsats	<p>«Det handler mer om interesse. Hvis du har noe du interesserer deg for bli du automatisk god i det.»</p> <p>«Det er urettferdig at man får samme karakter som en som ikke har jobbet godt i timene. At jeg må jobbe 10 ganger mer og får samme karakter som en som bare koder ... Trodde innsats skulle telle mer på videregående.»</p>

I analyse og resultatkapittelet vil hvert utdrag tolkes i forhold til dets tema og forskningsspørsmål. Det skaper en analytisk fortelling som informerer leseren om hva som er interessant med utdraget og hvorfor (Clarke & Braun, 2022).

3.4 Utvalg og håndtering av personvern

Elevene som har deltatt i studiet går førsteåret på videregående og er rundt 16 år gamle. Utvalget kommer fra to ulike praktisk matematikk (1P) klasser fra samme skole. Det var to lærere i 1P som ønsket å delta med sine elever. De meldte interesse etter å ha lest om prosjektet i en e-post som ble sendt til samtlige matematikklærere. Ettersom masteroppgaven undersøker elevers holdninger i arbeid med modellering, passet det godt å gjøre forskningen med 1P. Elevene hadde antageligvis ikke drevet noe særlig med modellering før, og det var dermed en sannsynlighet for at det kunne skje en endring i holdninger over fire ukene med modellering. I Aschehoug sin lærebok, som klassene bruker, er modellering det nest siste kapittelet. Dermed fungerte modelleringsaktivitetene som en introduksjon i arbeidet med modellering. Fagstoffet og læreplanen i 1P er også noe jeg som lærer var kjent med fra før.

I de to klassene var det totalt 31 elever som gjennomførte den første spørreundersøkelsen og 30 elever som gjennomførte andre. Elevene var fra det samme utvalget, men det var en elev mindre som møtte opp den siste timen. I kvantitative undersøkelser kalles de som undersøkes enheter (Christoffersen & Johannessen, 2012). Enhetene i ATMI-undersøkelsen var elevene fra to matematikklasser, og ettersom de fylte ut et spørreskjema, kalles enhetene for *respondenter*. Det er ordet respondent som vil bli brukt videre i oppgaven.

Fra *informanter* vil forskeren forsøke å få kvalitativ informasjon. Hvor stort utvalget bør være er avhengig av problemstilling og hvordan data er tenkt innsamlet. Kvale og Brinkmann (2009) hevder at det bør samles inn data til det punktet at forskeren ikke lenger får ny informasjon. Det er da snakk om et metningspunkt der det ikke er hensiktsmessig å samle inn mer. Det finnes i teorien ikke en øvre eller nedre grense for antall intervjuer eller observasjoner (Christoffersen & Johannessen, 2012). Å ha flere respondenter med i analysen vil ikke gjøre den mer uoversiktlig, heller tvert om. Det hadde vært interessant å gjennomføre datainnsamling i andre matematikkfag i tillegg, for å få mer diversitet i utvalget, samt gjort pre-tester og så videre, men på grunn av tid var dette ikke mulig. Det ville også ha blitt for mye datamateriale å samle inn

og analysere. I min oppgave er utgangspunktet for valg av antall deltagere basert på tilgjengelighet og tid. Det var 14 elever som ønsket å stille til intervju, og ut fra dem falt valget på tre elever som lærerne mente ville stille med gode og reflekterte svar, samt hadde ulikt faglig nivå. Informantene er anonymisert ved navnene J1, J2 og G1.

J1 er en elev som gjør det greit karaktermessig på skolen. Hun kunne gjerne fått en karakter høyere, men ønsker ikke å legge inn noe mer innsats og arbeid. J2 får det ikke bra til i matematikktimene, men ønsker heller ikke å gjøre noen store endringer. Hun har foreldre som er lærere, men opplever ikke at hun får utbytte av deres hjelp. Hun mangler motivasjon og interesse for faget. G2 får gode karakterer i alle fag, inkludert matematikk, men har aldri gjort lekser eller annet arbeid utenfor skoletiden. Han gjør en OK innsats i timene og er fornøyd med det. Informantene har valgt faget 1P som blir sett på som et enklere fag enn teoretisk matematikk (1T). I 1P er fokuset på mer praktiske oppgaver enn i 1T, samtidig som progresjonen er noe saktere.

Det er viktig å sikre personvern når en forsker på mennesker. Ettersom MM kombinerer både kvalitativ og kvantitativ forskning, må man ta etiske hensyn i henhold til begge former for forskning når en gjør etiske betraktninger. Etiske kvantitative refleksjoner handler om innhenting av tillatelser, beskyttelse av anonymiteten til informantene, og av å kommunisere ut meningen med forskningen (Creswell & Guetterman, 2021). Etiske problemstillinger som man må ta stilling til innenfor kvalitativ forskning, er å formidle meningen med studien, unngå villedende spørsmål, respektere sårbare mennesker, være klar over maktforhold, ikke avsløre sensitiv informasjon og anonymisere personenes identitet i forskningen (Creswell & Guetterman, 2021).

Det har blitt gjort tiltak for å sikre at informantene blir tatt vare på gjennom hele undersøkelsen. For det første har det blitt søkt om tillatelse fra UiB i RETTE som registrerer alle prosjekter som utføres ved UiB. Det er ikke melde-/konsesjonsplikt ettersom enkeltpersoner ikke kan identifiseres i oppgaven (Christoffersen & Johannessen, 2012). For å være på den sikre siden har SAFE (Sikker Adgang til Forskningsdata og E-infrastruktur) sitt skrivebord blitt brukt for å sikre behandlingen av sensitive personopplysninger fra intervjuene i transkriberingsprosessen. SAFE passer på at informasjonssikkerheten med hensyn til konfidensialitet, integritet og tilgjengelighet blir tatt vare på i behandling av personopplysninger. Utenfor SAFE skrivebordet har informantene kun blitt nevnt med sitt alias

J1, J2 eller G1. Det er kun jeg som har hatt tilgang til det sikre skrivebordet, og informasjonen derfra vil bli slettet etter at masteren er ferdig.

Samtlige elever har også mottatt et informasjonsskriv om hva masterprosjektet handler om, og om hvordan deres deltagelse blir anonymisert for å sikre respondentene og informantene. De har levert et skriftlig samtykkeskjema før de deltok på undersøkelsen, hvor det sto at det var lov å trekke seg når som helst. Spørreundersøkelsen ble tatt anonymt på itslearning, noe som gjorde at det heller ikke var mulig å se hvem som hadde svart hva. Det var ikke interessant for oppgavens del, da spørreundersøkelsen handler om hvordan holdningene var på klassenivå. Alle informantene til intervjuet var fortrolige med sin rolle som informant og hvordan informasjonen ville bli håndtert i etterkant. De fire områdene Kvale og Brinkmann (2009) tar opp som man tradisjonelt overveier innen kvalitativ forskning, er informert samtykke, fortrolighet, konsekvenser og forskerens rolle. De tre førstnevnte har blitt gjort rede for i avsnittene.

Forskerens rolle og integritet er avgjørende for den vitenskapelige kunnskapen og de etiske beslutningene (Kvale & Brinkmann, 2009). «Betydningen av forskerens integritet øker i forbindelse med intervju, fordi intervjueren selv er det viktigste redskapet til innhenting av kunnskap.» (Kvale & Brinkmann, 2009, s. 92). Det som menes med forskerens integritet, er forskerens kunnskap, erfaring, ærlighet og rettferdighet, noe Kvale og Brinkmann mener er den avgjørende faktoren. Derfor omfatter det strenge krav til forskeren i arbeid med intervju. De fremhever viktigheten av etiske hensyn ved gjennomføringen av intervjuer, og om å opprettholde en balanse mellom å være aktivt involvert i intervjuprosessen, samt forbli etisk ansvarlig. Dette innebærer de tre overnevnte områdene. Det er også viktig at forsker nærmer seg informanten med følsomhet og respekt, og skaper et trygt og godt miljø for å dele sine erfaringer (Kvale & Brinkmann, 2009). Det er i tillegg viktig å være klar over sine egne skjevheter og potensielle innflytelse av intervjuprosessen.

3.5 Studiens kvalitet

En hendelse kan oppfattes ulikt av mennesker, selv om de opplever den samme eksakte hendelsen. Det samme gjelder forskning. Forskerens interesse eller fokus kan spille en rolle i

hvilke data som blir samlet inn. Forskerens forståelseshorisont vil påvirke hva forskeren observerer og hvordan disse observasjonene blir vektlagt og tolket (Christoffersen & Johannessen, 2012). De viktige kvalitetsbegrepene reliabilitet, validitet og generaliserbarhet har ulik tolkning i de to forskningstradisjonene. I kvalitativ forskning er det også mer fokus på validitet enn reliabilitet (Creswell & Clark, 2018). I dette delkapittelet vil studiets kvalitet bli belyst gjennom kvalitetsbegrepene.

3.5.1 Reliabilitet

Hvor pålitelig data er, er et grunnleggende spørsmål i all forskning. I forskning brukes ordet *reliabilitet*. Reliabiliteten handler om hvor nøyaktig undersøkelsen er, hvilke data som brukes, måten det samles inn på og hvordan det bearbeides (Christoffersen & Johannessen, 2012). Det handler ifølge Kvale og Brinkmann (2009) om konsistens og troverdighet i forskningsresultatene. I dette prosjektet vil resultatene fra intervjuene være påvirket av at jeg er en forsker med lite erfaring. Det kan ha en innvirkning på flere ledd i prosessen, fra utforming av forskningsspørsmål og intervjuguide, til gjennomføring av intervju, transkripsjon, analyse og diskusjon av funn. For å sikre reliabiliteten har jeg forsøkt å gjennomføre intervjuene med så lik struktur som mulig. I intervjusituasjonen ble det også lagt godt til rette for informantene ved at elevene fikk snakke mest mulig fritt og med et naturlig språk. Ledende spørsmål har vært forsøkt unngått for å ikke svekke reliabiliteten.

I ATMI-undersøkelsen brukes det Likert-skalaer som består av fem trinn eller verdier. En svakhet med spørreskjemaer kan være selve spørsmålsformuleringen. Det er viktig at respondentene forstår ordene og uttrykkene på samme måte som hverandre og forskeren. Det er viktig at ord ikke blir for generelle, at de er entydige og at svaralternativene alltid er gjensidig utelukkende (Christoffersen & Johannessen, 2012). Christoffersen og Johannessen (2012) argumenterer på bakgrunn av tidligere forskning at man finner høyest reliabilitet ved bruk av femtrinnskala. Det muliggjør også for mer omfattende og avanserte statistiske analyser, enn for skalaer av færre verdier. Det blir også diskutert blant forskere hvorvidt man burde ha med den midterste kategorien som i ATMI-undersøkelsen er «verken eller». Det er på grunn av at noen mener at respondenter vil lene seg mot det nøytrale alternativet dersom det er en mulighet. Andre har undersøkt dette og konkludert med at en midtkategori minsker sannsynligheten for tilfeldige svar (Christoffersen & Johannessen, 2012).

Tapia og Marsh (2002) utførte på forskjellige tidspunkter validitets- og reliabilitetstest for både elever på videregående og høyskoler. De gjorde også en bekreftende faktoranalyse på dataen fra 134 studenter i USA for å bekrefte 4-faktorstrukturen. Cronbachs alfa koeffisientene utledet for hele skalaen ligger innenfor området 0,95-0,97 (Tapia & Marsh II, 2004). For hver av underkategoriene til skalaen er selvtillit, verdi, glede og motivasjon henholdsvis 0,95, 0,89, 0,89 og 0,88 (Tapia, 1996; Tapia & Marsh II, 2004). Totalt for hele skjemaet oppgis Cronbachs alfa til å være 0,97 som viser høy reliabilitet. Spørreskjema ble utviklet for en studie av studenter i USA, men det er også prøvd ut på blant annet elever i Ghana (Asante, 2012) og Singapore (Lim & Chapman, 2013). De oppgir Cronbachs alfa koeffisienten for hele spørreskjema til å være 0,97 hos Asante (2012), og 0,91 hos Lim og Chapman (2013). I min undersøkelse ble Cronbachs alfa koeffisientene for hele spørreundersøkelsen 0,94 på datamateriale før tiltak, og 0,95 på datamateriale etter tiltak. Disse tallene fikk jeg etter at jeg hadde inventert tallene i SPSS for elleve av påstandene. Det er et godt verktøy for å undersøke holdninger hos elever ettersom undersøkelsen er pålitelig og har indre konsistens.

Det kunne ha blitt gjennomført en test-retest for å se om spørreskjemaet er pålitelig (Creswell & Guetterman, 2021). Dersom det hadde blitt det samme ville det vært et tegn på høy reliabilitet, ettersom svarene fra respondentene er konsistente og stabile over tid (Creswell & Clark, 2018). Det ble derimot ikke gjennomført på grunn av tilgang til respondenter. Det hadde også vært mulig å styrke reliabiliteten gjennom interreliabilitet, som vil si at flere forskere kommer frem til samme resultat (Christoffersen & Johannessen, 2012). Annen forskning på om elevers holdninger endres i arbeid med modellering har jeg ikke kommet over.

3.5.2 Validitet og generaliserbarhet

Etttersom data kun er representasjoner av virkeligheten, er et sentralt spørsmål om dataen representerer fenomenet relevant og godt. Begrepet *validitet* betyr gyldighet og har med forskningsresultatenes konsistens og troverdighet å gjøre innenfor kvalitativ forskning (Kvale & Brinkmann, 2009). På bakgrunn av karakteristikken til kvalitativ data er det vanskelig å bekrefte og gjenskape den, noen sier til og med at det er umulig (Blaikie & Priest, 2019). I kvalitativ forskning er forskeren vanligvis det målende instrumentet, og ingen instrumenter er like. Gjennomføringen av intervjuer med tre elever om deres holdninger til seg selv, matematikk og modellering, vil gi data. Hadde en annen forsker intervjuet de samme tre elevene

om det samme temaet, ville man ha fått en annen samtale. Samtaler fra intervju vil ikke være mulig å gjenskape. Det er splittede meninger blant kvalitative forskere om man må etablere autentisitet for funnene sine. Noen argumenterer med at forskere lager sine egne unike funn, og at det er umulig å bekrefte og gjenskape dem.

Ved høy validitet har man målt det man ønsker å måle i kvantitativ data (Creswell & Clark, 2018). Ettersom det ikke er lett å undersøke om modelleringsaktiviteter påvirker elevenes matematiske holdninger, ble ATMI-undersøkelsen som allerede har fått påvist høy validitet benyttet (Tapia & Marsh II, 2004). Bekreftende faktoranalyse støtter fire-faktor-strukturen. Det har derfor blitt tatt utgangspunkt i at den interne validiteten er sikret i spørreundersøkelsen. *Begrepsvaliditet* tar tak i relasjonen mellom holdninger til matematikk som skal undersøkes, og de konkrete dataene. Ifølge Christoffersen og Johannessen (2012) er det sunn fornuft som bestemmer om dataene er valide representasjoner. Det er ikke mulig å si at dersom datamaterialet fra den andre spørreundersøkelsen viser bedre holdninger, at det er nettopp modelleringsaktivitetene som har påvirket dem. Det kan også ha vært andre faktorer.

Betraktninger om validitet og kvalitet har lenge vært identifisert som et av de største problemene innen MM forskning, samtidig som det er det viktigste aspektet til forskningsprosjektet (Tashakkori & Teddlie, 2010). Ettersom MM involverer både kvalitative og kvantitative former for data, må man adressere de spesifikke typene validitetskontroller tilknyttet begge. Creswell og Clark (2018) definerer validitet innen MM forskning som bruken av ulike tilnærminger for å adressere eventuelle trusler mot korrekte slutninger og nøyaktige vurderinger basert på de integrerte dataene. Hvilke trusler man bør være observant på er avhengig av hvilket design man har. I det konvergerende designet nevner Creswell og Clark (2018) fire trusler for validitet, samt fire strategier for å minimalisere disse. Den første trusselen går ut på at en ikke bruker parallelle begreper i datainnsamlingene. Det kan unngås ved å lage parallelle spørsmål som adresserer de samme begrepene. I denne forskningen har de samme begrepene for holdninger blitt brukt i både utarbeidelsen av spørreskjemaet og intervjuguiden, mens modellering kun ble spurt om direkte i sistnevnte. De hadde derimot fire uker med matematisk modellering, hvor jeg også sto for undervisningen, for å sikre modelleringsbegrepet.

Den andre trusselen er at kvalitativ og kvantitativ data ikke er et likeverdig utvalg. Det blir unngått ved at jeg anerkjenner at det er ulik hensikt med datainnsamlingene. Gruppens

sentralverdier fra datasettet blir sammenlignet med de individuelle opplevelsene av modellering, som er et argument mot trusselen av validiteten (Creswell & Clark, 2018). Den tredje trusselen er at man holder resultatene fra de ulike databasene fra hverandre. I analyse og resultat kapitlet vil databasenes resultat bli sammenlignet. Den siste trusselen er at en ikke klarer å løse avkrefte resultat. Den trusselen kan man minimere ved å bruke andre strategier for å forstå hvorfor resultatene blir avkrefte. Det kan for eksempel være gjennom en ny analyse.

Det må også bli tatt hensyn til i hvilken grad resultatene kan generaliseres, og ta hensyn til ekstern gyldighet. Den kvalitative delens overførbarhet er begrenset ved at utvalget kun besto av tre elever. Det er for lite representativt for at funn kan generaliseres. Målet med intervjuene var ikke å generalisere funnene, men å sette funnene i relasjon til de kvantitative funnene. Masteroppgaven har blitt kvalitetssikret og får økt troverdighet gjennom det konvergerende designet i analysen. Designet brukes for å validere funnene gjennom å sammenligne resultatene fra de ulike metodene. Oppgaven har ikke til hensikt å være statistisk generaliserbar. Det er også for lite respondenter i den kvantitative delen til å kunne generalisere funn. Spørsmålene i denne studien har relevans for andre studenter og lærere som er interessert i matematikdidaktikk. For å kunne generalisere funnene måtte oppgaven ha vært av større omfang.

3.6 Metodekritikk

I løpet av studien har det blitt tatt en rekke valg som kan ha vært avgjørende for resultatet av forskningsprosjektet. Det vil nå bli gjennomgått en kritisk refleksjon rundt styrker og svakheter basert på metodologikapitlet.

Mixed Methods

Den stadig mer aktuelle metodiske tilnærmingen, MM, har sine fordeler og ulemper. Man kan oppnå en mer komplett forståelse av forskningsobjektet ved å kombinere kvantitative og kvalitative former for data, men det er store utfordringer vitenskapsteoretisk, metodologisk og av praktisk karakter (Andersen, 2017). Ifølge Bryman (2004) er det særlig to argumenter som går imot MM. Det første argumentet er idéen om at forskningsmetoder har epistemologiske forpliktelser, og det andre argumentet går ut på idéen om at kvalitativ og kvantitativ forskning er separate paradigmer. I et konvergerende design involverer det å samle inn, analysere og slå

sammen kvantitative og kvalitative data og resultat. Det kan gi opphav til problemer på grunn av datainnsamling med bakgrunn i ulike paradigmer. Creswell og Clark (2018) anbefaler derimot å jobbe ut i fra et paradigme som pragmatismen. Da har man ikke det problemet lengre. Pragmatismen er godt egnet for å slå sammen de to tilnærmingene til en større forståelse. Tashakkori og Teddlie (2010) ser ikke på pragmatiske som et paradigme, men som et filosofisk verktøy som kan brukes til å løse problemer, og ikke minst problemer som oppstår som følge av andre filosofiske tilnærminger og stillinger. Ettersom Creswell er ledende ekspert på MM, har denne oppgaven tatt utgangspunkt i pragmatismen som et paradigme.

Selv om MM design har mange fordeler, er det også noen ulemper som bør tas i betraktning. En av utfordringene ved å benytte seg av dette designet er at det kan være tid- og ressurskrevende å samle inn og analysere data fra både informanter og respondenter. Dette kan føre til høyere kostnader og større arbeidsmengde for den som gjennomfører studien. En annen utfordring kan være det å integrere og tolke de ulike datakildene på en meningsfull måte, spesielt dersom de gir motstridende resultater. Dette krever en grundig analyse og tolkning av dataene, og kan være en kompleks prosess. Det er også viktig å være klar over at det å gjennomføre MM forskning ikke nødvendigvis garanterer en fullstendig og objektiv forståelse av elevens holdninger og tanker om emnet. Forskningen kan gi en bredere og dypere forståelse av et emne, men det er likevel viktig å være bevisst på de begrensningene som kan eksistere i analysen og tolkningen av dataene.

En annen ulempe er at det er dyrere og tar mer tid. Forskere kan også ha for lite trening i både kvalitative og kvantitative metoder (Blaikie & Priest, 2019). Når man bruker MM forteller Creswell og Guetterman (2021) at det er viktig å forstå *både* kvantitativ og kvalitativ forskning. Det gjør at et slikt design krever spesifikke ferdigheter. I tillegg til at prosedyrene krever mye tid, er det store mengder data som skal samles inn og analyseres, og det kan kreve et samarbeid mellom flere personer (Creswell & Guetterman, 2021). Det viktigste er at de ulike metodene innen MM integreres. Ulempen med å velge dette forskningsdesignet er at jeg som forsker har svært lite erfaring innen både kvalitativ og kvantitativ forskning. I tillegg jobbet jeg alene og hadde mye data og materiale jeg måtte gjennom. Det er med andre ord tidskrevende å velge et konvergerende MM design.

Intervju og spørreundersøkelse

I intervjuet kan man ikke unngå det asymmetriske forholdet mellom den som forsker og intervjuobjektet. Mye av kritikken mot intervju som metode har blitt gjennomgått tidligere, samt hva som har blitt gjort for å styrke validiteten og troverdighet. Det er intervjueren som har bestemt hvor intervjuet skal ta plass, hvilke spørsmål som skal stilles, når oppfølgingsspørsmål kommer, samt når intervjuet er ferdig. Spørsmålene blir stilt med den hensikt i at svarene fra informantene kan være egnet til å bruke i det aktuelle prosjektet. Det er viktig at intervjuer tilstreber å ikke påvirke intervjuobjektet. I tillegg er det forskeren selv som tolker de svarene man har fått fra informantene, og dermed har makten til å få frem informasjonen uten at informanten forstår hva forskeren er ute etter. Situasjoner skjer i *forskeren* interesse (Kvale & Brinkmann, 2009).

Når det kommer til spørreundersøkelsen, har Di Martino og Zan (2010) tatt opp to kritikkverdige forhold ved å måle holdninger. Det første går ut på om instrumentet man bruker faktisk måler det den skal måle, og det andre går ut på om det i det hele tatt er mulig å måle holdninger. Med bakgrunn kritikken, falt valget på en allerede kvalitetssikret spørreundersøkelse om holdninger. Det ble ikke tatt hensyn til korrelasjoner mellom holdninger og kjønn eller andre faktorer. Det ble gjort for å spare tid, samtidig som jeg er interessert i hvordan holdningene er samlet i klassene. I tidligere forskning kom det også frem at kjønn ikke hadde en signifikant effekt på forholdet (Ma & Kishor, 1997). Ettersom antall elever som deltok på spørreundersøkelsene og intervjuet var relativt lavt, så har det gitt en innvirkning på resultatet. Det kan føre til at det er vanskelig å trekke noen store konklusjoner. At jeg ikke fikk flere respondenter på spørreundersøkelsen gjør også at det kan stilles spørsmål til utførelsen av normalitetstester.

4. Analyse og resultat

Den mest populære tilnærmingen MM har til å fremlegge resultat, er ved å beskrive de kvalitative og kvantitative funnene ved siden av hverandre (Creswell & Guetterman, 2021). Hensikten med integreringen er at de to datatypene i det konvergerende designet skal utvikle resultater og tolkninger som er omfattende, utvider forståelsen, er validert og konfirmert. Det handler om at datamaterialet skal belyse hverandre, og at sluttproduktet skal bidra til noe mer enn summen av de individuelle kvalitative og kvantitative resultatene. Først vil deskriptiv statistikk fra de kvalitative spørreundersøkelsene bli gjennomgått for å få et overblikk. Deretter vil kapittelet deles inn i tre hovedtema som kom frem gjennom den kvalitative temaanalysen. Funnene fra spørreundersøkelsen og intervjuet vil bli sett på i sammenheng for å se om funnene er divergente eller konvergerende.

4.1 Deskriptiv statistikk

Det er ifølge Løvås (2018) naturlig å starte med en deskriptiv beskrivelse av kvantitative data. *Deskriptiv statistikk* er en forenkling av tallmateriale gjennom tabeller, grafer og statistiske mål. Variablene i den kvalitative forskningen er på *ordinalnivå*. Det vil si at man kan rangere variablene fra «veldig uenig» til «veldig enig», men at distansen mellom variablene er ikke like i intervallet (Bryman, 2004). Det er et avhengig utvalg da målingene ble gjort på de samme respondenter både før og etter tiltak.

Ved å se på verdi, selvtillit, glede og motivasjon i Tabell 4, kan vi se at samtlige gjennomsnitt har hatt en økning fra før elevene drev med modellering til etterpå. Ser man på det andre sentralmålet, medianen, så har tallet endret seg til det bedre for verdi og motivasjon, men ikke for de andre tre. Det hadde vært ønskelig å kunne gjort grundigere statistiske tester for å se om endringene var signifikante på gruppenivå, men på grunn av utvalgsstørrelse og anonymitet i besvarelsene, er det ikke mulig. Funnene i denne analyse og resultatdelen kan derfor ikke generaliseres, men er interessante for å belyse tema. Ut fra Tabell 4 ser vi at elevene har hatt tilsynelatende stabile holdninger.

Tabell 4: Deskriptiv statistikk utført i SPSS

Variabler	N		Gj. snitt	Median ¹	Std. avvik	Min.	Maks.
Verdi	31	Før	2.80	2.89	0.59	1.20	3.90
	30	Etter	2.95	3.02	0.62	1.40	3.90
Selvtillit	31	Før	2.96	3.17	0.82	1.20	4.60
	30	Etter	3.17	3.10	0.80	1.80	4.60
Glede	31	Før	3.09	3.26	0.67	1.00	4.00
	30	Etter	3.16	3.10	0.70	1.00	4.60
Motivasjon	31	Før	2.44	2.40	0.69	1.00	3.60
	30	Etter	2.55	2.63	0.68	1.20	3.60
Holdninger	31	Før	2.89	2.93	0.56	1.63	3.98
	30	Etter	3.03	2.93	0.59	2.03	4.18

¹ Kalkulert fra gruppert data

Tallene i Tabell 4 kommer fra skalaen 1-5, hvor 1 er «veldig uenig» og 5 er «veldig enig». Det vil si at en tall på 3.00 er nøytralt, mens et høyere tall en tre er positivt i denne sammenhengen, mens et tall under tre er mer negativt. Underkategoriene som kommer best ut er selvtillit og glede. Fra Tabell 4 ser det ut som det er motivasjon elevene i 1P klassene sliter mest med. Utvalgets sentralmål for påstandene om motivasjoner er midt mellom «litt uenig» og «hverken eller». Før modelleringsaktivitetene lå holdningene samlet sett under nøytralt, men etter de fire ukene har holdningene akkurat bikket over 3.00 med 3.03. Det vil si at elevene stort sett har svært nøytrale holdninger til faget på klassenivå. De er ikke veldig positive eller veldig negative til faget. Alle kategoriene for holdninger har tilsynelatende like standardavvik. Den største forskjellen er på 0.03.

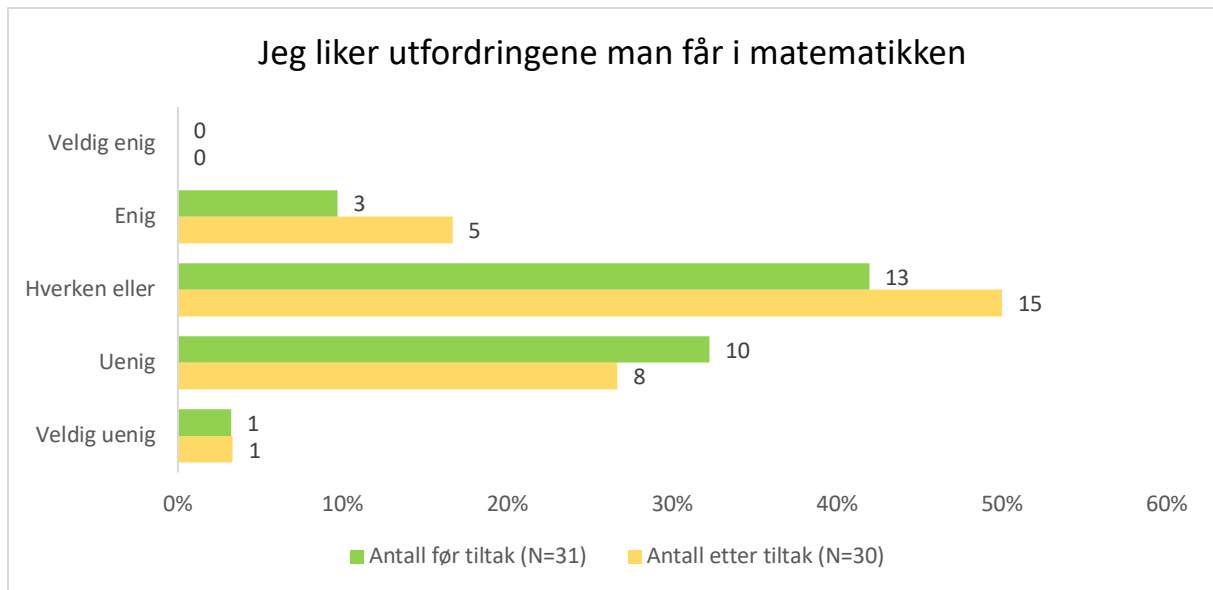
Spredningen i datasettet viser at det er store forskjeller mellom besvarelsene til elevene. Det kan se ut som en del elever har høy selvtillit i matematikk, mens det også er flere elever som har svært dårlig selvtillit. Den minste gjennomsnittlige verdien for alle selvtillitpåstandene har økt med 0.60. Det vil si at den eleven som hadde minst selvtillit før modelleringsaktivitetene, må ha bedret selvtilliten med 0.60 eller mer ifølge spørreundersøkelsen. De maksimale gjennomsnittlige verdiene for hver elev innen hver kategori holder seg helt lik for verdi, selvtillit og motivasjon. Glede er den eneste kategorien som skiller seg ut ved at det høyeste tallet før tilsvarte «enig», mens den i post-undersøkelsen viser nærmere «veldig enig». De laveste svaralternativene for hver påstand viser at det er elever som har svært dårlige holdninger til faget. Noen elever har krysset av for «veldig uenig» eller «uenig» på de fleste påstandene i spørreundersøkelsen. Det kan vi se ut i fra de lave tallene på samtlige kategorier. Oppsummert gir Tabell 4 sentralmål rundt «hverken eller», som vil si at klassene totalt sett har nøytrale

holdninger til matematikk, men den viser også at det er stor spredning i datasettet og at enkelte elever har veldig dårlige, eller motsatt med nokså gode holdninger til faget.

4.2 Manglende interesse og motivasjon for skolearbeidet?

I de kvalitative intervjuene sporet elevene stadig inn på følelser tilknyttet matematikk, og følelser tilknyttet det å være tilstede i matematikktimene. Ord som hyppig kom opp i samtalen var «interesse» og «motivasjon», og følelsene de opplevde tilknyttet disse ordene. Det er naturlig at elevene fokuserer mye på følelser ettersom det er den mest intense komponenten i det affektive domenet (McLeod, 1992). På bakgrunn av at holdninger er gjentatt følelsesmessige reaksjoner som har blitt mer stabile følelser over tid, er det nyttig å inkludere utsagn elevene har sagt som inkluderer deres emosjonelle tilknytning til matematikk og modellering. Det følelsesmessige vil påvirke hvordan elevene tolker det som skjer i matematikkundervisningen (Lim & Chapman, 2013). Elevenes beskrivelser kan dermed være en del av endringsprosessen av holdninger. Å øke motivasjon og interessen i matematikk er ofte hovedmålet i konteksten med modellering (Greefrath & Vorhölter, 2016). Videre fokuseres det derfor sterkt på pedagogisk modellering sammen med den psykologiske begrunnelsen.

Gjennom spørreundersøkelsene viser ikke respondentene noe tegn til endring i kategorien motivasjon. Figur 6 viser den eneste påstanden i kategorien som har en svak endring mellom den første og andre spørreundersøkelsen. Her kan vi se at flere elever synes det er OK eller liker utfordringene man får i matematikk, etter å ha arbeidet med modellering. Dette kan også være tilfeldigheter. Det er ingen elever som har krysset av for «veldig enig» i noen av spørreundersøkelsene. Det er rundt en tredjedel som ikke liker utfordringene man får i timene, noe som kan forklares av elevmassen. 1P er det «enkleste» matematikkfaget man kan ta på videregående, og matematikk er et obligatorisk fag både første og andre videregående. Det vil si at man kan oppleve å ha elever som sterkt motsetter seg matematikk, men som må ta det for å få studiekompetanse. Det er også elever som liker praktisk matematikk bedre enn teoretisk matematikk og derfor tar faget. Med andre ord kan elevmassen bestå av elever som har svært ulike holdninger til matematikk. I Vedlegg 5 finnes gjennomsnitt og median for samtlige påstander, både før og etter arbeid med modellering. Videre i resultatdelen er det bare noen av påstandene som belyses.



Figur 6: Horisontalt stolpediagram som viser 2P-elevenes resultat av påstanden «jeg liker utfordringen man får i matematikken».

Figur 6 samsvarer med hva som kommer frem i intervjuene med elevene. Alle tre intervjuobjektene kommenterer at de har svært lite motivasjon i matematikktimene. De føler ikke for å legge inn noe mer innsats enn det de gjør nå, til tross for ulikt faglig nivå hos alle tre.

G1: «Nå skal jeg være helt ærlig og si at jeg faktisk ikke jobber noe særlig i noen fag, som da inkluderer matte. Så når vi får oppgaver er det ikke alltid jeg gidder heller, det løser seg alltid. Men det du i hvert fall aldri kommer til å se, er at jeg åpner en mattebok hjemme. Da har jeg blitt hjerneskada eller truet av foreldrene mine.»

I: «Har det alltid vært slik, eller var det annerledes på barne- eller ungdomsskolen?»

G1: «Hm. Husker ikke noe særlig, men har aldri gjort en lekse i noen fag noen gang. Så følger man bare med litt i timen så går det jo greit. Vi har jo valgt den letteste formen for matematikk av en grunn. Tipper ikke noen i denne klassen brenner for matematikk akkurat.»

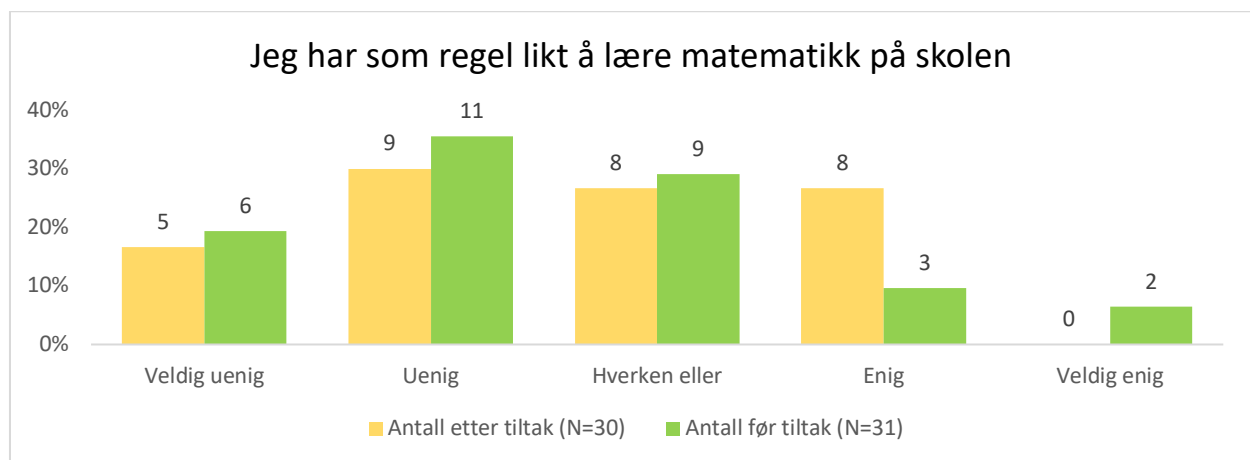
Det virker ikke som G1 har en indre drivkraft eller motivasjon i matematikktimene. Figur 6 viser at det kun er et fåtall elever som liker utfordringen i matematikk. J2 forteller at det ikke er oppgavene læreren gir som påvirker hvor mye hun jobber, men «helt ærlig kommer det an på klassen. Uansett hvor gøy en oppgave kan være, blir den kjedelig dersom klassen er sånn seriøst? Må vi gjøre dette nå?». Det kan virke som den sosiale faktoren og klassemiljøet spiller inn. J1 forklarte at hun synes matematikk er mye bedre nå enn på ungdomsskolen. Det er på

grunn av at hun nå er i en klasse hun føler er mer på samme nivå. Tidligere gruet hun seg til matematikktimene på grunn av at det ble sett ned på å ikke forstå. De elevene som fikk hun til å føle seg mindre smart, tar 1T nå ifølge henne. Det viser at elevenes oppfattelse av egen kompetanse i faget kan hindre trivsel og læring. De andre to elevene tok også opp faktorer for innsatsen i faget:

G1: «Det handler egentlig mest om hvilke fag jeg har hatt tidligere på dagen. Sånn har jeg hatt mange fag der vi har måtte gjort mye selv i timene før, så orker jeg ikke å gjøre en stor innsats i matematikktimen på slutten av dagen akkurat. Det kommer også an på dagsform, det er ikke alltid en er i humør».

J2: «Det skal ikke mye til for at jeg blir overveldet og føler at det ikke er vits. Føler at uansett hva jeg gjør så forstår jeg det ikke, så gidder liksom heller ikke å legge så mye innsats».

Gjennom intervjuene virker det som om elevene tar matematikk litt som det kommer. At en kan være mer sliten på slutten av en arbeidsdag eller skolehverdag er fullt forståelig, men det åpner også opp spørsmål rundt hva man kan gjøre som lærer for å motivere elevene til å ville jobbe faglig også da. J2 nevner ikke dagsform som G1, men at hun fort blir overveldet. Dette er en av grunnene til at det er viktig å bygge opp elevenes tro på seg selv. Ettersom elevene gjennom intervjuet pratet mye om følelsene rundt matematikk, er det interessant å se på hvorvidt de liker å lære matematikk på skolen. I Figur 7 ser vi at normalfordelingen er forskjøvet mot venstre som indikerer at elevene ikke liker å lære matematikk.



Figur 7: Stolpediagram som viser 2P-elevenes resultat av påstanden «jeg har som regel likt å lære matematikk på skolen».

Stolpediagrammet viser at det kun er noen få elever i de to klassene som liker å lære matematikk. Holdningene til klassene lå på «verken eller» totalt for hele spørreskjemaet i den deskriptive statistikken, mens denne enkelte påstanden er elevene mer uenig. Ifølge Vedlegg 5 er det denne påstanden som har hatt en størst økning på de fire ukene. Holdningen G2 har til matematikk er at det «er som et gjøremål som bare må krysses av». Han påpeker at han synes at «matematikk er greit, men kjedelig». Han kommer derimot med en kommentar om at matematikk kan være gøy når man opplever mestring av vanskelige oppgaver.

G1: «Det er «nice» av og til da. Du føler du får litt sånn, eller hvis du sliter litt med noe, og så plutselig får du det til. Så da blir det litt mer sånn gøy.»

I: «Ja får litt mestring, har du noen eksempler på det?»

G1: «Nei jeg har ikke noe fra i år, men har fra sånn ungdomsskolen. Da hadde vi om likninger og sånt. Så husker jeg når vi begynte med to ukjente og sånt. Da var det litt gøy når du plutselig fikk det til, skjønner du? Alt plutselig ga mer mening.»

G1 viser hvor viktig det er at elevene opplever mestring i matematikktimene. Det minnet han fikk fra ungdomsskolen husker han enda godt. Det kan fungere som en positiv forsterkning og en påminnelse om at det er mulig å lære seg mer avansert matematikk, selv om en ikke forstår det med en gang. At han bruker ordet «plutselig» gjør at det virker tilfeldig at han lærte det. Det kan også hende at han har lagt inn mye innsats og at det etter hvert gikk opp et lys. J1 har litt motstridene tanker om matematikk:

J1: «Jeg bare bryr meg ikke om matematikk. Det er så kjedelig, og jeg ser ikke poenget med å lære det. Så fort jeg åpner boka føler jeg meg helt uinteressert og mister motivasjonen.»

Det kan virke som J1 er lei av oppgave- og lærebokstyrt undervisning. Hun har fått mer selvtillit i matematikk, men liker fortsatt ikke faget. At eleven ikke bryr seg om matematikk, kan påvirke motivasjonen. Hun nevner derimot senere at hun stiller seg positiv til modellering i matematikk. Alle informantene fikk spørsmål om de var motivert for å jobbe i matematikktimene. G1 svarte med «av og til ... ikke alltid. Det er litt ork». J2 sier at motivasjonen hennes handler om hvor mye hun vil «skjønne litt og bli bedre i matte». Dette har variert mye, men hun sier at hun gjør det mye bedre nå på videregående enn det hun har gjort før, men at hun fortsatt «ønsker å bli bedre. Det samme gjelder i andre fag. Jeg gjør det ganske likt i alle, men skulle gjerne ønske

jeg var flinkere.»). Videre får hun spørsmål om karakterer og vurderinger påvirker innsatsen hennes. Svaret på dette er at innsatsen i timene er den samme uavhengig av vurdering. Samtlige informanter sier dette i løpet av intervjuet.

J1: «Jeg øver ikke noe særlig før prøver i matte egentlig. Vi får jo ofte timene før en prøve til å øve, og da spør vi læreren om det er noe. For vi kan jo bare spørre liksom. Men selv om pappa er mattelærer gidder jeg ikke ta hjem dataen og bøkene for så å sitte der uten å forstå noe. Jeg skjønner i hvert fall ikke måten pappa tenker på, så blir bare et irritasjonsmoment å prøve å få hjelp.»

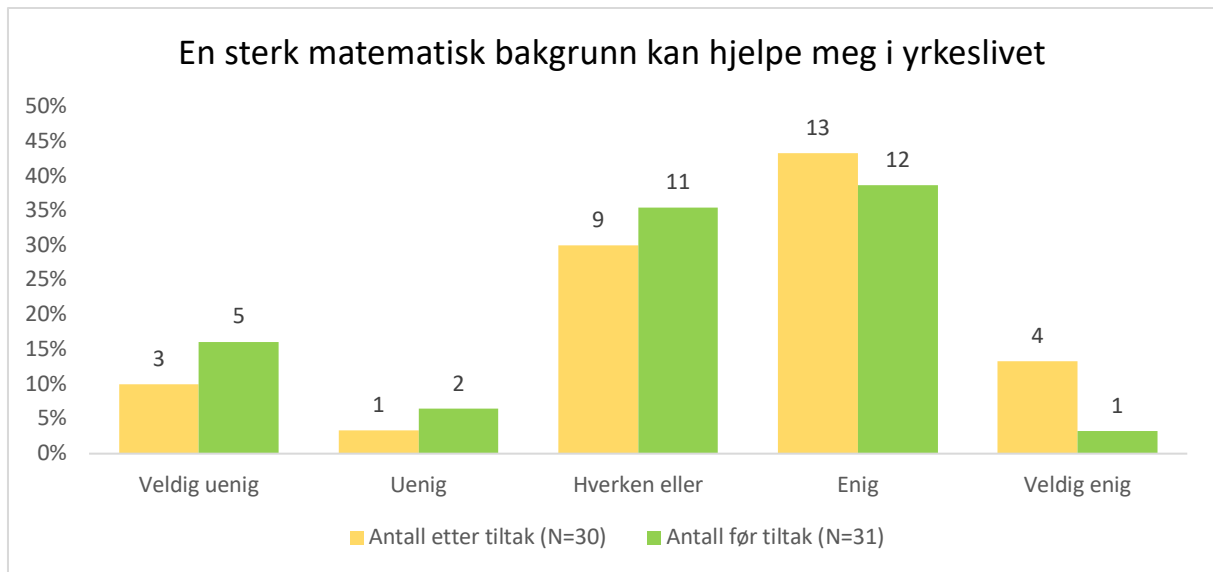
J2: «Jeg har jo lyst å forbedre meg, men karakter er ikke så viktig for meg. Så jeg jobber jo mest mot det, altså å forbedre meg.»

G2: «Nei altså ville jeg fått bedre karakterer så er det bare å jobbe mer i timene, eller ja. Men helt ærlig betyr det ingenting for meg. Så lenge jeg får OK karakterer så er jeg fornøyd. Må slappe litt av på videregående liksom. Det er så mye andre greier.»

Interessen for å få en bedre karakter er tilstede, men ikke stor nok hos noen av dem til at de har motivasjonen til å legge inn en større innsats i faget. Det virker på alle tre som om de tar det litt som det kommer. Det kan være flere grunner til at en ikke vil legge inn en større innsats. For J1 kan det være på grunn av at hun opplever mye motgang i arbeid med matematikk alene, og vil unngå å føle seg hjelpeløs. For J2 kan det handle om å tørre å sette mål og krav til seg selv. Og for sistemann kan det være kjedsomhet, og oppleves lite meningsfullt å legge inn mer innsats.

4.3 Elevenes oppfattelse av meningsfullhet, relevans og anvendbarhet

En sterk matematisk bakgrunn mener elevene at kan hjelpe dem i yrkeslivet. Figur 8 viser at det bare er fire elever som mener at det ikke kan hjelpe dem etter arbeid med modellering. Til tross for dette kommer det frem i intervjuene at elevene oppfatter liten nytteverdi av mye av det de lærer på skolen.



Figur 8: Stolpediagram som viser 2P-elevenes resultat av påstanden «en sterk matematisk bakgrunn kan hjelpe med i yrkeslivet».

J2: «Det er kanskje ting man trenger i fremtiden, men jeg skal ikke inn i noen yrker der man trenger det. Men synes jo vi skal ha matte for å opprettholde det. Hadde vi ikke hatt noe hadde vi slitt litt ass.»

I: «På hvilken måte tenker du at dere hadde slitt da?»

J2: «Nei vet ikke. Eller sånn penger og økonomi og alt er jo noe vi alle trenger å kunne noe om. Så det går ikke an å, eller jo det går an, men vil ikke ende opp på luksufellen heller.»

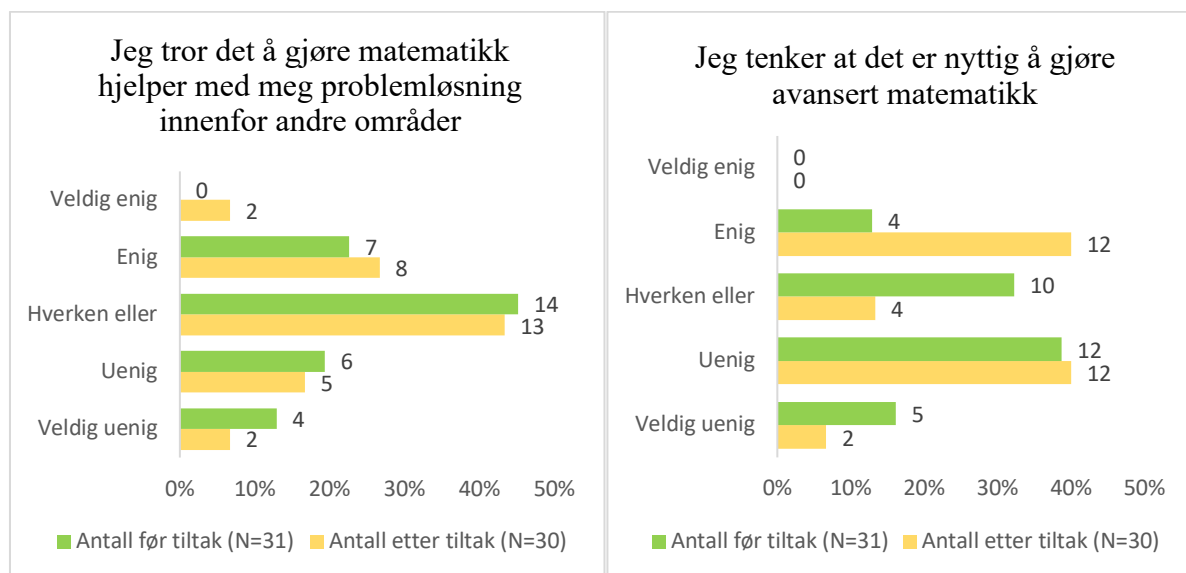
I intervjuet med J2 kommer hun med flere eksempler på hva hun synes har vært nyttig og ikke i matematikkundervisningen.

J2: «For jeg føler ikke at jeg kommer til å få bruk for sånn GeoGebra, men Excel skjønner jeg litt mer hvorfor vi har. Kan kanskje være lurt å lære seg for at en skal skjønne regnskap og sanne ting. Det er litt forskjellig, noen temaer kan være nyttige. Vet at mange av de andre sier at vi har hatt mye av dette før på ungdomsskolen, men ja jeg føler at det er mye nytt man må lære, og derfor nyttig.»

I: «Hva synes du om at dere må ha matematikk på videregående også?»

J2: «Ja synes det er bra at vi ikke har det alle 3 årene, men at vi liksom har det sånn første, eller jeg skal jo på en måte ta det neste år også. Men får på en måte litt fri siste året, og det kjenner jeg at jeg trenger.»

J2 understreker betydningen av matematikk som hun finner meningsfull, også utenfor matematikkundervisningen, som nyttig. Disse oppgavene har en verdi for henne og bidrar til å øke hennes engasjement og interesse for faget. Hun nevner at koding ikke betyr noe særlig for henne ettersom hun ikke tror hun får bruk for det. Det samme gjelder GeoGebra. Samtlige av informantene tar opp at GeoGebra ikke er relevant for fremtiden deres, og har negative følelser tilknyttet programmet. Eneste som skiller seg ut er G1 som mener GeoGebra er svært lett, og gir ham samtidig enkle poeng på prøver. Han heller ser derimot ikke nytten av programmet. J1 påstår også at det «opplevs merkelig» å bli vurdert i programmer som man ikke vil bruke etter videregående. Hun ser ikke nytten av dem ettersom det ikke fremstår direkte relevante i fremtiden. Figur 9 viser at det er en normalfordeling på påstanden om at matematikk hjelper elevene i problemløsning innenfor andre området. Påstanden har økt noe etter arbeid med modellering.



Figur 9 og 10: Horisontale stolpediagram som viser 2P-elevenes resultat av påstandene «Jeg tror det å gjøre matematikk hjelper meg med problemløsning innenfor andre områder» og «Jeg tenker at det er nyttig å gjøre avansert matematikk»

Ser man på stolpediagrammet i Figur 10 ser man at flere elever synes det er nyttig å gjøre matematikk etter arbeid med matematisk modellering. Det kan tenkes at oppgaver med en tilknytning til virkeligheten, basert på den psykologiske begrunnelsen, har hatt en positiv effekt. En mulig effekt av at alle gruppene håndterte oppgavene i prosjektet, og kom frem til gyldige løsninger, er at elevenes opplevelse av mestring kan ha blitt styrket. Gjennom å utvikle selvstendige løsninger oppdager elevene verdien av matematikk i sine egne løsninger og

hvordan disse løsningene kan anvendes i virkeligheten. Denne erfaringen bidrar også til sammenligning og refleksjon blant elevene. Matematisk modellering kan hjelpe med å utvikle de kognitive ferdighetene, som problemløsning, resonnering og generalisering.

I intervjuene var samtlige tre elever positive når det kom til matematisk modellering. G1 mente at oppgavene de gjorde ikke nødvendigvis var noe lettere eller vanskeligere enn andre oppgaver, men at de krevde en annen måte å tenke på. Han mente at «det gir mer mening med en gang det er knyttet til virkeligheten, siden dette er faktisk spørsmål vi kan stille oss selv». Han opplevde også oppgavene som mer spennende da man må tenke utenfor boksen, samtidig som elevene i klassen hans fikk svært forskjellige svar. Oppgaven han henviser til her er modelleringsaktiviteten om bensinstasjoner. Antagelsene de ulike gruppene gjorde på forbruk av bensin, lengde til bensinstasjon, valuta på kronene, bompenger og så videre, fikk elevene til å reflektere i etterkant. Hver gruppe skulle fremlegge for klassen hvilke antagelser de hadde gjort, og hvordan de kom frem til sitt endelige svar. Det startet en diskusjon om «hva som var rett», noe som ikke er mulig å svare på i en sånn type aktivitet. Selv om aktiviteten var ferdig var det flere av elevene som diskuterte og reviderte sin modell i pausen.

G1 husket å ha gjort liknende typer oppgaver på ungdomsskolen og var kjent med å måtte matematisere selv. Han ser nytten av det da man kan «være kritisk til modeller i avisene og sånn». J2 sa først i intervjuet at hun ikke hadde hatt noen modelleringsaktiviteter før, mens mot slutten av intervjuet kom hun på at de hadde hatt et prosjekt. Prosjektet gikk ut på at hver gruppe fikk utdelt en fiktiv person med en jobb, og så skulle de ut fra denne lønnen sette opp et budsjett og lage en livshistorie til personen. Hun forklarte videre at noen hadde tatt med bryllup i utregningene, mens andre valgt å kjøpe leilighet. Dette prosjektet var noe hun husket svært godt og trivdes med. Det kan virke som den psykologiske begrunnelsen for å ha modellering spilte inn her, da det interesserte eleven og inspirerte til utforskning (Blum, 2015).

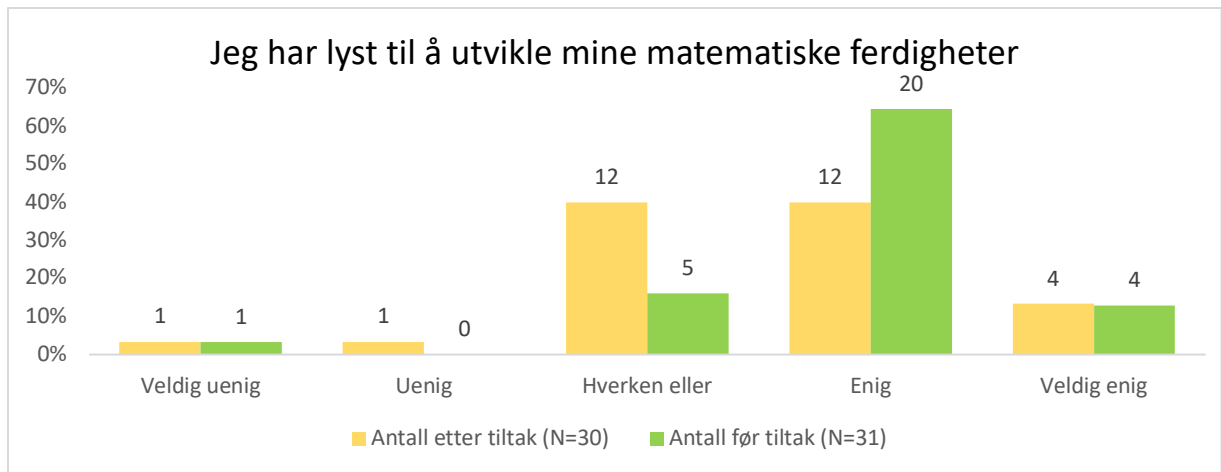
J1 er en person med en kreativ tilnærming til oppgaveløsning. Ofte i skoletimene ville hun begynne å fundere over hvor mange mennesker som kunne plasseres i høyden på ulike bygninger hun så fra vinduet, eller hvor mange biler som kunne fylle et klasserom. For henne ga modellering mer mening enn å bare telle hvor mange i klassen som hadde på seg rød genser, som var det hun mente ofte var tilfellet i 1P. Det kan virke som hun henviser til oppgave- og lærebokstyrt undervisning. Hun var svært misfornøyd med denne type undervisning. Å kunne utnytte sin kreative side ble verdsatt. Hun nevnte også en tidligere modelleringsoppgave hvor

de fikk i oppgave å lage et reisebudsjett, sjekke volum og masse av en koffert, velge mellom flyselskaper og lignende. Når oppgavene oppleves som meningsfulle, mente J1 at matematikktimene ble mye bedre. «Det gir mer mening når vi vet vi kan få bruk for det i fremtiden».

Det alle tre elevene har til felles er at de gir uttrykk for at de liker selve matematiseringen og modelleringsprosessen. Det virker som de trives med å bruke matematikk til å utvikle modeller som kan beskrive og løse reelle problemer, noe som samsvarer med Blum (2015) sitt fokus i det pedagogiske modelleringsperspektivet. Oppsummert vektla elevene særlig antagelsene de kunne ta som svært positivt. Det var tydelig at de satte pris på at modelleringsaktiviteten ikke hadde et enkelt og fast svar. Muligheten til å forme oppgavene i henhold til gruppens preferanser og tilnærminger var appellerende for dem. Samt at det virket som om de tok del i refleksjoner og lærdom gjennom å dele oppgaveløsningene med hverandre.

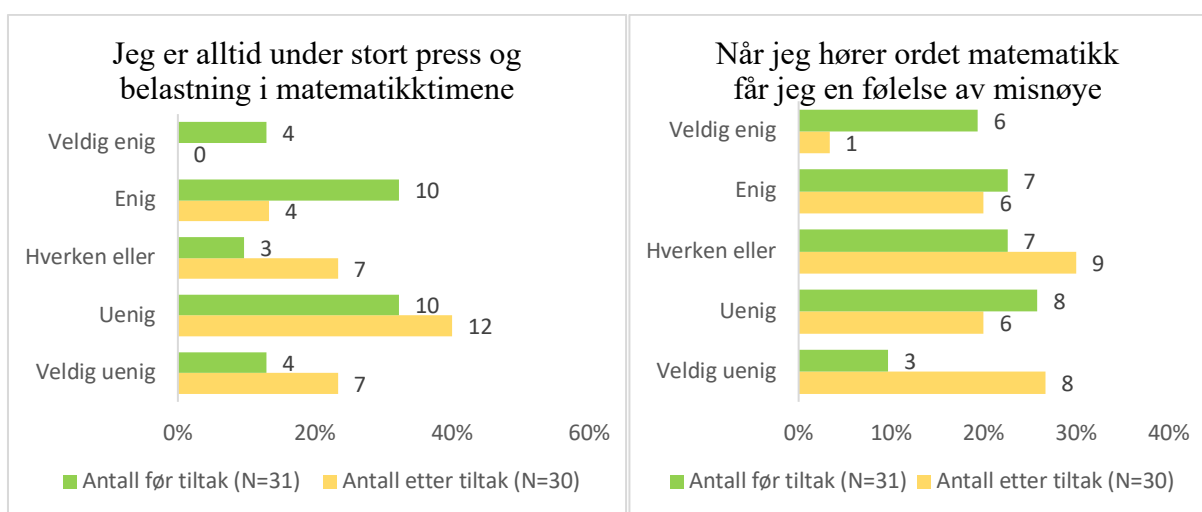
4.4 Fastlåste tankesett og utfordringer med vekst i matematikk

Påstanden som er mest positivt besvart, er «jeg har lyst til å utvikle mine matematiske ferdigheter. Figur 11 viser at nesten alle har lyst til å bli bedre i matematikk. Det er litt flere elever som har fått en nøytral holdning til påstanden etter modelleringsukene. Dette kan også være av andre grunner, men det er interessant å legge merke til. For at elevene skal lære matematikk er det viktig at de selv har lyst til å utvikle seg. Som lærer kan man gjennom ulike tilnærminger og undervisningsformer øke elevers læringsutbytte, men da må elevene også legge inn en innsats. Gjennom intervjuene kom det tidligere i oppgaven frem at informantene ikke hadde særlig drivkraft i arbeid med matematikk. Det kan derfor virke som om elevene har en vilje til å utvikle seg, men ifølge den kvalitative delen av studien mangler de en målrettet innsats for å oppnå dette.



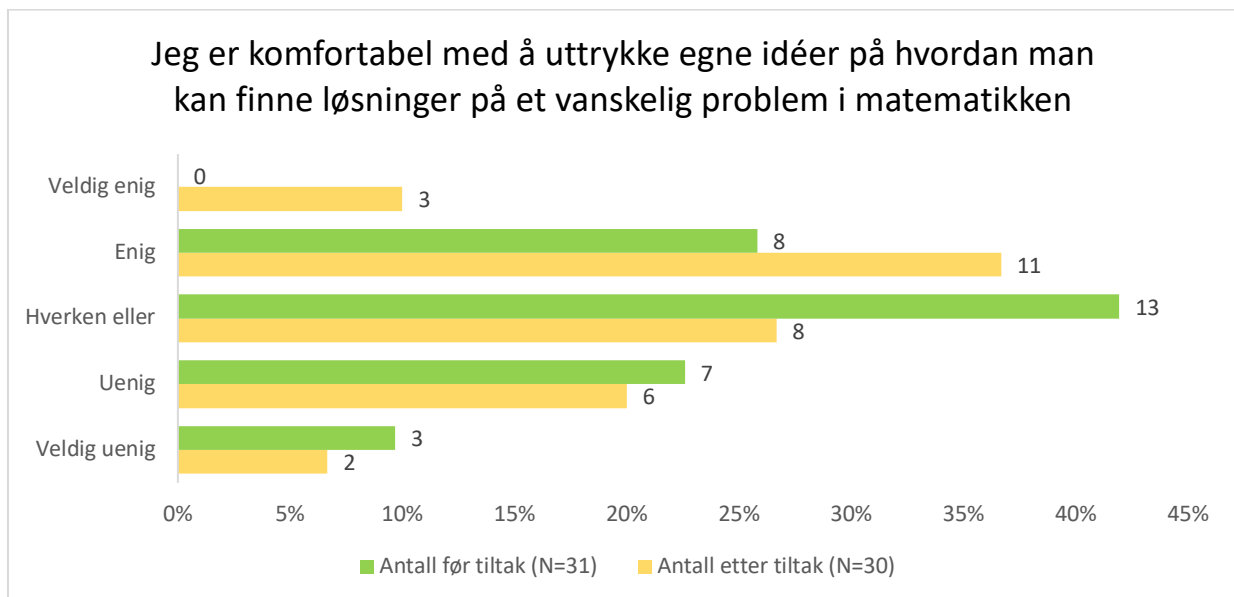
Figur 11: Stolpediagram som viser 2P-elevenes resultat av påstanden «jeg har lyst til å utvikle mine matematiske ferdigheter».

Figur 12 viser at elevene føler at de er under mindre press etter arbeid med modellering. Det kan også ha med at dette var det siste kapittelet de skulle gjennom før de var ferdig med pensum. Her ser vi at 14 elever har krysset av for at de synes påstanden stemmer, mens bare fire stykker krysset av etter arbeid med modellering. Det har dermed hatt en positiv effekt på elevenes oppfatning av press og belastning i matematikktimene. Figur 13 viser at det fremdeles er en del av elevene som får en følelse av misnøye når de hører ordet matematikk, men også denne påstanden har hatt en positiv utvikling. Gjennomsnittet i Figur 12 er «uenig», noe som tolkes positivt da det indikerer at elevene ikke er enig med påstanden. Disse to påstandene har dermed hatt en positiv utvikling for elevenes holdninger.



Figur 12 og 13: Vertikale stolpediagram som viser 2P-elevenes resultat av påstandene «jeg er alltid under stort press og belastning i matematikktimene» og «når jeg hører ordet matematikk får jeg en følelse av misnøye».

Samtlige av informantene tok opp at det var svært vanskelig første økten med modellering, da de «plutselig» skulle begynne å gjøre antagelser selv. Det var ingen som var vandt til dette fra før, og det gikk dermed imot den didaktiske kontrakten de har hatt i klasserommet med læreren. De har tidligere i resultatdelen nevnt at de likte å gjøre antagelser, men det var «underlig å velge selv» ifølge J1. Det var derfor interessant å se på hva elevene svarte på påstanden om å finne egne løsninger på problemer i matematikken. I Figur 14 ser vi at det har skjedd en endring. Det er fortsatt flere elever som ikke er komfortable ved å uttrykke egne idéer til løsninger, men det er også flere elever som er det. Det kan være utfordrende å komme med egne løsninger og tørre å si forslag til resten av gruppen. Modelleringsaktivitetene i Vedlegg 1 er laget for å ha lav takhøyde for å komme med forslag til løsning, da det kan være mange riktige modelleringsruter.



Figur 14: Stolpediagram som viser 2P-elevenes resultat av påstanden «jeg er komfortabel med å uttrykke egne idéer på hvordan man kan finne løsninger på et vanskelig problem i matematikken».

Informantene var splittet i hvordan de likte å arbeide. G1 følte han fikk gjort mer og var flinkere dersom han arbeidet alene, mens J1 og J2 likte godt å jobbe to og to. I de to modelleringsøktene som i Vedlegg 1 ble gjennomført, jobbet de alle i grupper. Det kan ifølge Wen og Dubé (2022) være en måte å endre elevers holdninger til matematikk på. At elevene enten jobber sammen i grupper, eller at de tilbys hjelp og støtte når de møter på hindringer. Sistnevnte er ikke like relevant da det i dette prosjektet var viktig at elevene selv kjente autonomi til løsningene sine. Det handler mer om å få de til å tørre å gjøre antagelser.

5. Diskusjon

Diskusjonen tar sikte på å drøfte elevenes holdninger til matematisk modellering basert på det teoretiske grunnlaget fra kapittel 2, samt analyse og resultat fra det forrige kapittelet. Fokuset i studien har vært på elevenes egen opplevelse av begrepet, og det har blitt benyttet en kombinasjon av både kvantitative og kvalitative metoder for å samle inn omfattende data. Det gir mulighet til å besvare de to forskningsspørsmålene som utgjør fundamentet i diskusjonen.

Forskningsspørsmålene som skal besvares i dette kapittelet er som følger:

- I. *Hvilke holdninger har elevene til matematikkfaget, og hvordan påvirkes disse som følge av modelleringsaktiviteter over fire uker?*
- II. *Hvordan opplever elevene læringsutbyttet av modelleringsaktivitetene?*

5.1 Stabile holdninger

Ettersom modellering er en kognitivt krevende oppgave kan man lure på hvorfor det ikke er tilstrekkelig å lære seg ren matematikk for å oppnå målene i matematikk (Blum, 2015). Blum (2015) argumenterer for obligatorisk modellering på bakgrunn av at det er et kraftig verktøy for å bedre forstå og mestre nåtidens eller fremtidens situasjoner, et verktøy for å utvikle generelle matematiske konsepter, og en viktig del av kulturen, samfunnet og verden. I den statistiske analysen har elevenes holdninger blitt undersøkt i forbindelse med matematikkundervisning og matematisk modellering. Et hovedfunn er at elevenes holdninger ikke viser signifikante endringer etter å ha deltatt i modelleringsbaserte aktiviteter. Denne diskusjonen vil rette seg mot teoretiske perspektiver for å forstå og tolke dette funnet.

Det har blitt stadfestet at den affektive utviklingen er minst like viktig som utviklingen av ferdigheter, ettersom holdningene kan påvirke hvordan og om læring skjer (Anderson et al., 2007). I utdanning er det høyt ettertraktet å finne ut hvordan man kan endre elevens holdninger (Sundre et al., 2012), ettersom holdningene kan påvirke elevens mulighet til å arbeide med faget (Anderson et al., 2007). Holdninger er tett knyttet sammen med matematisk læring og

prestasjoner (Hannula, 2002; Wen & Dubé, 2022). Det finnes en overflod av bevis på at faktorer som innhold, læringsaktiviteter, tid og vurderingsmåter, spiller inn på elevenes tilnærming til læring (Sundre et al., 2012). Måten elever lærer best på er derimot ikke selvsagt, da elever responderer ulikt på samme læringsmiljø. Det teoretiske rammeverket, gått gjennom av Wen og Dubé (2022), foreslår at kognitive faktorer påvirker affektive faktorer, som igjen påvirker elevenes læring og oppnåelse. På en annen side støtter det empiriske beviset bare noen av disse forholdene. Dårlige holdninger kan reflektere elevers erfaringer med matematikk, kan påvirke elevers konseptuelle forståelse av matematikk, kan påvirke matematisk måloppnåelse, og det kan videre føre til unngåelse av matematikk-relatert læring og frafall (Wen & Dubé, 2022). Negative holdninger til matematikk kan også være en forsvarsstrategi for å beskytte seg selv (Hannula, 2002). På bakgrunn av dette er det nødvendig å finne måter å bedre holdningen til elever på.

Det er ikke et tydelig skille mellom det affektive og det kognitive domenet på grunn av at interaksjonen mellom dem er så intens (Hannula, 2002). Følelser og tro er ikke målbare på samme måte som vekt og høyde. Ønsket om å endre elevers holdninger fra «negative» til «positive» er komplisert på grunn av at det affektive området er svært sammensatt, og ulike teorier forklarer området på ulikt vis. Samtidig kan det også være naturlig for elever å blande begrepene som har blitt brukt i denne oppgaven, både under spørreundersøkelsen og intervjuene. Undersøkelser av elevers holdninger har, ifølge Hannula (2006), en tendens til å blande selvtillit og emosjonelle egenskaper, som at «jeg er god i matematikk» tilsvarer «jeg liker matematikk». Det kan derfor være vanskelig å identifisere forskjellen på holdninger og følelser som utløses i arbeid med modellering. I analysen ble derfor elevenes egne beskrivelser koblet opp mot McLeod (1992) rammeverk, samt Tapia og Marsh (2002) sin klassifisering av affektive og kognitive kategorier i spørreundersøkelsen. Jeg mener at det er lettere å forstå hvordan elevene opplever matematisk modellering gjennom å identifisere utsagnenes intensitet og stabilitet. Men med et slikt utgangspunkt kan det forekomme avvik fra rammeverket som kan gjøre det vanskeligere å generalisere studien.

Fennema og Sherman (1976) påstår at selv elever som får gode resultater i matematikk kan velge å unngå å lære det. Det er ikke alltid at resultatet til elevene er en gjenspeiling av hvilke holdninger de har til faget. Det gjelder G1 som ikke har noe særlig interesse av matematikk, men som gjør det gjennomgående godt og har god matematisk forståelse. Å introdusere modellering som setter matematikk i en bredere kontekst, samt fokuserer på affektive mål,

konkluderer Sundre et al. (2012) med at vil rette oppmerksomheten mot forholdet mellom mål, holdninger og læring. McLeod (1992) viser til studier som har vist sammenhenger mellom holdninger og måloppnåelse, men sier også at de ikke nødvendigvis er avhengig av hverandre. Selv om det i litteraturen er vanskelig å dra slutninger mellom positive matematiske holdninger og forbedring i matematikk (Wen & Dubé, 2022), ser jeg det relevant for min oppgave å fokusere på elevers holdninger. Det er ikke forholdet mellom matematiske holdninger og forbedring i matematikk som er hovedfokuset i oppgaven, men hvordan holdningene kan blir forbedret gjennom matematisk modellering.

Det er nødvendig å legge merke til at elevenes holdninger er komplekse og påvirkes av ulike faktorer. Det kan imidlertid være flere grunner til at det ikke ble observert signifikante endringer i elevenes holdninger. For det første kan endringer i holdninger være en langsom og gradvis prosess (McLeod, 1992). Dette modelleringsprosjektet involverte en kortvarig intervensjon i form av introduksjon til modellering av meg som forsker, samt tre uker med modelleringsundervisning av egne lærere. Det kan være nødvendig med en mer langsiktig og kontinuerlig eksponering for modelleringsaktiviteter for å oppnå betydelige endringer i elevenes holdninger. Det kan også være individuelle forskjeller i mottakelighet for å endre holdninger, som resultatdelen gikk gjennom. Noen elever kan være mer åpne for endring enn andre. Videre kan det også være andre faktorer som påvirker elevens holdninger og motvirker potensielle endringer som følge av modelleringsaktiviteter. Eksterne faktorer kan spille en rolle i opprettholdelsen av eksisterende holdninger, som sosialt press, skolekultur, og oppgave- og lærebokstyrt undervisning. Det kan hende at elevene opplever en kontinuitet i undervisningsmetoder og forventninger til matematikkfaget, noe som begrenser potensialet for holdningsendringer (Wen & Dubé, 2022).

Det er også viktig å reflektere over hvordan man måler og vurderer holdningsendringer. I dette studiet har det blitt benyttet selvevalueringer gjennom et standardisert spørreskjema. Det kan ha påvirket elevenes selvbevissthet og ønske om å gi «riktige» svar. Det kan derfor være nyttig å supplere slike metoder med mer kvalitative tilnærminger, som semistrukturerte intervju. Det er for å få et mer helhetlig bilde av elevenes holdninger og eventuelle endringer. Intervjuene ga rom for at elevene fikk utdype sine subjektive meninger, men her er det også en risiko for at elevene sier det de tror intervjueren vil høre.

Det er verdt å merke seg at fraværet av signifikante endringer i holdninger ikke nødvendigvis betyr at modelleringsaktivitetene var ineffektive eller uten verdi. Modelleringsbasert undervisning kan ha positive effekter på andre områder, som elevenes forståelse av matematikk, evne til problemløsning og kreativitet. Det kan også hende at det har skjedd en endring, men at det trengs mer tid for å se signifikante endringer. For det er ifølge Lim og Chapman (2013) mulig å endre elevers holdninger gjennom intervensjoner. Måter dette kan gjøres på er gjennom aktiviteter som er tilpasset deres nivå og interesse, men som samtidig utfordrer deres intellektuelle ferdigheter (Wen & Dubé, 2022). Dette var selve utgangspunktet for modelleringsaktivitetene i Vedlegg 1. Ettersom elevene i intervjuet ga uttrykk for at de synes modelleringsaktivitetene var interessante, samtidig som de også fikk tenke utenfor boksen, er det mulig at modelleringsaktivitetene kan ha påvirket holdningene.

Negative holdninger kan ha stor innvirkning på matematisk læring og utbytte (Wen & Dubé, 2022). Derfor det viktig å prøve å endre de negative holdningene. Ved å gjøre dette kan det føre til en bedring i elevenes selvtillit og mestringsopplevelse, som gjennom den psykologiske begrunnelsen, bidrar til mer positive holdninger. En annen måte å forbedre holdningene på, er ved å knytte dem opp til ulike kontekster matematikken brukes til. Det kan være å bruke modelleringsaktiviteter som tar utgangspunkt i fritidsinteressene til elevene, eller modelleringsaktiviteter fra fremtidige yrker eller fagfelt. Oppgavene fra Vedlegg 1 hadde som mål å fenge elevene nok til at hadde lyst til å prøve seg på den lite familiære måten å gjøre matematikk på. Oppgavene fungerte som en god introduksjon og inngangsport for elevenes modelleringserfaring. Dess mer vandt elevene er med slike typer oppgaver, dess mer avanserte og spennende modelleringsoppgaver kan man utforme til dem. Den siste måten Wen og Dubé (2022) tar opp som man kan benytte seg av for å bedre holdningene på, er gjennom å tilby dem hjelp og støtte. Det kan gjøres i form av grupper eller individuell oppfølging. Gjennom studiets modelleringsprosjekt har alle de tre måtene for å forbedre elevenes holdninger på, kommet til uttrykk. Likevel har det ikke vært nok til å få signifikante endringer i elevenes stabile holdninger på de fire ukene.

5.2 Læringsutbyttet av modelleringsaktiviteter

Gjennom den tematiske analysen av datamaterialet har det blitt tydelig at elevene opplever et positivt læringsutbytte av modelleringsoppgavene. Et viktig poeng er at elevene uttrykker en positiv holdning mot det å kunne jobbe med meningsfulle og virkelighetsnære eksempler. De setter pris på å kunne anvende matematikk på ekte situasjoner og problemstillinger som krever kreativitet og utforskning. Dette tyder på at modelleringsaktivitetene kan ha bidratt til å stimulere elevenes løsningsforståelse på en mer anvendbar og helhetlig måte, noe som kan ha styrket deres evne til å se matematikkens relevans og nytteverdi i hverdagslivet og i samfunnet. Gjennom å gjøre begrensninger og antagelser får de rom for å utforske ulike løsningsstrategier. Informantene poengterer erfaringen om at det ikke bare finnes én riktig løsning av oppgavene, men flere riktige løsninger, som «merkelig, men liker det bedre». Det har åpnet opp for en mer fleksibel og utforskende tilnærming til faget, og kan ha bidratt til å styrke elevenes selvtillit og tro på egne evner (Blum, 2015).

Det har blitt gjort tydelig i både den kvantitative og kvalitative resultatdelen at noen elever generelt sett har lite motivasjon i faget. Dette kan ha påvirket deres engasjement og innsats i modelleringsaktivitetene. For å maksimere læringsutbyttet av modelleringsaktiviteter er det derfor viktig å legge til rette for en læringskultur som stimulerer og opprettholder elevenes motivasjon (Blum, 2015). Dette kan innebære å skape et inkluderende og støttende læringsmiljø. Det kan også innebære å tilrettelegge for variasjon i undervisningsmetodene, samt tilnærminger som appellerer til ulike elevinteresser og læringsstiler. For at elevene skal kunne bli aktive medborgere, er det også viktig å gi dem muligheten til å ta del i beslutningsprosesser og være en engasjert deltager i sin egen læring. Modelleringsoppgavene har vist seg velegnede for å stimulere dette, da modellering krever at eleven tar del i modelleringssykluser, samt kritisk reflekterer rundt ulike forslag til løsninger. Det vil også si at elevene skal lære å evaluere forskjellige modeller, og vurdere modellenes gyldighet. Modelleringsoppgavene kan bidra til å styrke elevenes selvregulering ved at elevene oppmuntres til å ta ansvar for egen læring (Jankvist & Niss, 2020).

Gjennom arbeidet med å formulere, representere og løse modelleringsproblemer, blir elevene utfordret til å bruke matematikk som et verktøy for problemløsning og argumentasjon. Dette kan bidra til å styrke deres matematiske læringsutbytte, samt evnen til å anvende matematikk på ulike fagfelt (Niss & Jensen, 2002). J1 tar for eksempel opp at hun husker å ha drevet med

modellering i naturfag. Den gangen fikk de utdelt to diagrammer som viste CO_2 utslipp fra to ulike biler. De skulle så diskutere og vurdere disse opp mot hverandre. Da handler det ikke om å lage en modell, men om å forstå hva modellene faktisk betyr og tolke dem. Det virker som alle de tre informantene assosierer matematisk modellering som en aktivitet som involverer å gå frem og tilbake mellom virkeligheten og matematikken, som Figur 1 viste tidligere. Informantene er opptatt av at modellering er en prosess, og at det er alle valg og antagelser som utgjør selve modelleringsprosessen. Det omtaler indirekte *matematiseringen* i modelleringsprosessen. Det å gå fra virkeligheten til matematikken.

Jankvist og Niss (2020) mener at matematiseringen er den vanskeligste delen i modelleringsprosessen. I alle de ulike modelleringssyklusene spiller matematisering en viktig rolle, og det er konsensus om at man blir flinkere til å matematisere ved å gjøre flere modelleringsaktiviteter (Niss & Jensen, 2002). Det danske studiet utført av Jankvist og Niss (2020) viser at et signifikant antall elever har vanskeligheter i arbeid med modelleringsaktiviteter som bryter med den didaktiske kontrakten elevene har til matematikkundervisningen. Studiet viser at det er pre-matematisering og matematiseringen som var store hindre for elevene. Det vil si å gå fra ekstra-matematiske situasjoner til matematisk modellering. Dette var også noe elevene slet med i starten av modelleringsøktene, som ble gjennomgått i resultatdelen. Elevene var ikke vandt til å få slike oppgavetyper av læreren og ble forvirret. Figur 14 viste derimot at flere elever ble komfortable med å uttrykke egne idéer til løsninger etter arbeid med matematisk modellering.

Blomhøj (2003) påstår at det er nødvendig å bryte med oppgave- og lærebokstyrt undervisning dersom elever skal utvikle sin kompetanse innenfor matematisk modellering. Det er på bakgrunn av at alle elever lærer ulikt. For noen elever vil lærebokstyrt undervisning fungere godt, mens for andre trenger man en mer praktisk tilnærming. De store undersøkelsene som PISA og TIMSS understreker også nødvendigheten av variasjon i undervisningen (Helland, 2009). En utfordring kan være at lærerne selv har blitt undervist med oppgave- og lærebokstyrt undervisning, og har lite erfaring ved å arbeide med utforskende undervisningsmetoder, som modellering. For en lærer som skal komme i gang med undervisning av matematisk modellering, er Kaiser et al. (2006) sine seks universelle perspektiver på matematisk modellering nyttige. Selv om de er definert ut fra et forskerperspektiv, vil de også kunne hjelpe lærere. Man kan bruke dem for å finne ut hvilken modelleringssyklus en bør bruke. Ulike modelleringssykluser kan bli brukt, og blir brukt, for ulike formål (Blum, 2015; Kaiser et al.,

2006). De vil også kunne hjelpe med valg av modelleringsoppgaver, planlegging av undervisningen og vurdering av elevene (Ferri, 2019).

Oppgavene i Vedlegg 1 er alle valgt ut fra det pedagogiske perspektivet for modellering, men det hadde også vært mulig å argumentere for andre perspektiv. Det handler om hva forsker/lærer ønsker at elevene skal fokusere på. Det pedagogiske modelleringsperspektivet handler om å innse egen kompetansevekst. Selv om holdningene i de statistiske analysene kun viste en svak bedring, supplementer de kvalitative intervjuene med positive holdninger til denne utforskende arbeidsformen. Elevene sa selv ord som at det var «interessant», «meningsfylt» og «motiverende at det var ting de hadde bruk for». Det viser at rollen modellering har til å inspirere elevers interesse, utforskning og talent (Xu et al., 2022), blir fremhevet.

Det kom frem under intervjuene at informantene var vandt til oppgave- og lærebokstyrt undervisning, og det opplevdes derfor uvandt og feil å «plutselig» skulle gjøre begrensninger og antagelser for oppgaven selv. Oppgavene de er vandt med å gjøre handler ifølge informantene mest om å sile ut viktige tall og informasjon fra tekstoppgaver, for så å løses dem på en kjent måte. Det ble derfor endel spørsmål når de ikke fikk opp all informasjonen som de trengte under modelleringsaktivitetene. Spesielt den første dagen.

Det var ekstra interessant å ta med oppgaven i Vedlegg 1 som lignet på oppgaven «rockekonsert» fra PISA (Blum, 2015). Det var på grunn av at det kun var 26% som hadde svart riktig på den. Da elevene skulle komme frem til hvor mange billetter de kunne selge for skolekonserten, var det mange interessante hensyn som ble tatt. Det ble stilt spørsmål rundt hvor stor en gjennomsnittlig tilskuer var, hvor stort arealet av idrettshallen var, skulle de ha plass til handicap, skulle de legge av plass til en bar, hvor stor må scenen være, og hvor tett skulle folk stå? Eller skulle det være sitteplasser? Det ble gjort svært mange antagelser og elevene kom frem til veldig ulike tall på antall billetter de kunne selge. Akkurat hvor mange de kom fram til var ikke viktig. Det som er interessant var all matematikken og modelleringen de gjorde for å komme frem til svaret.

En observasjon som er verdt å ta opp med oppgaven om konsertbilletter, er at elevene i dette studiet tenke likt som flere av elevene som deltok i PISA-undersøkelsen. De antok en person per kvadratmeter. Dette vil derimot ikke gi riktig svar på PISA-undersøkelsen. I en modelleringsoppgave kunne det på den andre siden ha vært riktigere, dersom de argumenterte for at det var sitteplasser der, eller handicaplasser og så videre. Det viktigste i 1P er det å

kunne begrunne valgene sine, samt stille seg kritisk til egne og andres modeller. Det er et stort spekter av modelleringsaktiviteter man kan bruke, alt fra enkle problemer til mer avanserte problemer som kan ta dager eller uker å løse. Det er viktig å unngå oppgaver som alltid kan memoreres, da det kan etablere sta holdninger hvor regler trumfer resonnement (Sundre et al., 2012). Når man jobber med kjerneelementet matematisk modellering, har man ulike mål etter hvilket nivå man er på. Eksemplene man bruker i timene er ikke nødvendigvis gode eller dårlige, men velges eller lages ut fra hensikten og nivået til elevene (Blum, 2015). Hvilke oppgavetyper elevene er vant med fra før spiller også en rolle på hvordan læringsutbyttet blir.

Selv om oppgaven har fokusert på den psykologiske begrunnelsen for modellering, så kommer det frem i intervjuet at også de andre tre begrunnelsene til Blum (2015) blir lagt merke til av elevene. Den pragmatiske begrunnelsen nevnte informantene indirekte ved at de likte at modellene de lagte var for å forstå og løse virkelige problemer. At det var konkrete og autentiske oppgaver. Den andre begrunnelsen går ut på at elevene blir bevisst rundt egen læring. De jobbet godt sammen og følte at det de arbeidet med var relevant. Den kulturelle begrunnelsen ble ikke lagt særlig vekt på. G1 trakk derimot frem hvordan matematikken er over alt i verden, og at modellering derfor kanskje var nyttig for å bli mer kritisk til alt vi ser. Han var spesielt opptatt av diagrammer i aviser, og hvor misvisende de kunne være. På denne måten har han selv blitt indirekte klar over den kulturelle begrunnelsen, matematikk er over alt. Selve modelleringsoppgavene i Vedlegg 1 har blitt valgt og utformet ut ifra den psykologiske begrunnelsen. Intensjonen var at eksempler fra virkeligheten skulle øke elevens motivasjon og interesse, og på den måten føre til selvtillit og bedre holdninger i faget.

Læringsutbyttet i modellering kan være matematikk for modelleringens skyld, samt modellering for matematikkens skyld. Det er ikke to motsetninger, men ulike grunner for å prioritere forskjellige aktiviteter. Det som også er interessant når det kommer til elevenes læringsutbytte, er at samtlige informanter så nytten av matematisk modellering. De tre påstandene for verdi som ble gjennomgått i kapittel 4.3, viser det samme. De viser at elevene i klassene mener at det er nyttig med avansert matematikk. Statistikken viser også at elevene har større tro på at problemløsning hjelper for andre områder enn matematikken, og at det også hjelper i yrkeslivet. Dette er interessante funn å se i lys av at elevene ikke orker eller vil legge inn en større innsats. Når de ser verdien og nytten matematikk, hvorfor vil de ikke gjøre mer innsats i timene?

I sammenfatning viser funnene at modelleringsoppgavene har gitt elevene mulighet til å utvikle sine kreative og kritiske ferdigheter, samt styrke deres forståelse for matematikkens relevans og nytteverdi i samfunnet. Likevel har også funnene avdekket utfordringer knyttet til elevenes motivasjon og generelle interesse for faget. For å optimalisere læringsutbyttet av modelleringsoppgaver for elevene bør det derfor legges til rette for en motiverende og inkluderende læringskultur, som stimulerer deres engasjement og aktive deltagelse.

6. Avslutning

I dette avsluttende kapitlet vil trådene fra de tidligere kapitlene sammenfattes, og det vil presenteres en konklusjon som oppsummerer studiens funn og bidrag. Masteroppgavens problemstilling vil bli gjennomgått. Deretter rettes oppmerksomheten mot svakhetene og begrensningene ved studien for å gi en ærlig refleksjon over utfordringer og potensielle områder for forbedring. Til slutt vil studiens betydning og veien videre fremlegges.

6.1 Konklusjon

I denne masteroppgaven har det blitt undersøkt hvordan matematisk modellering kan påvirke elevers holdninger til matematikk. Gjennom en kombinasjon av spørreundersøkelser og intervjuer har det blitt samlet inn datamateriale som har blitt analysert. Resultatet av analysene belyser elevenes opplevelser og tanker knyttet til begrepet. Problemsstillingen til oppgaven var:

Hvordan kan matematisk modellering fremme elevers holdninger til matematikk?

Funnene i oppgaven har vist at matematisk modellering kan ha en positiv innvirkning på elevenes læringsutbytte. De liker å kunne tenke kreativt, formulere egne antagelser, og se nytten av matematikk i virkeligheten. Dette indikerer at matematisk modellering kan bidra til å endre elever oppfattelse av matematikk som noe abstrakt og irrelevant, til noe mer meningsfullt og anvendbart. Samtidig er det viktig å erkjenne at holdningsendringer er komplekse og individuelle. Selv om informantene var positive til modelleringen under intervjuene, viste ikke den deskriptive statistikken en signifikant endring i elevers holdninger. Det betyr derimot ikke at det ikke er mulig å påvirke holdningene gjennom modelleringsbasert undervisning. Det peker på behovet for en mer helhetlig og langsiktig tilnærming. Den psykologiske begrunnelsen for modellering redegjør for at det er mulig å fremme elevers holdninger til matematikk. Holdninger endres saktere enn følelser, men raskere enn tro.

Dette studiet understreker viktigheten av å anerkjenne den affektive dimensjonen av elevenes holdninger til matematikk. Ved å fokusere på elevenes egne følelser og tro tilknyttet modelleringsaktiviteter, har det bidratt til å utfylle det eksisterende fokuset på det kognitive

aspektet i tidligere forskning. Gjennom gjentatte eksponering av positive følelser over lengre tid, kan ønskede holdninger oppnås, slik at matematisk modellering kan stimulere elevers holdninger til matematikk når de knyttes positive assosiasjoner til modelleringsarbeid. Ettersom det var flere elever med lav motivasjon i faget som mangler en målrettet innsats, vil det være nødvendig å gå systematisk inn for å bedre dette. Modellering kan tilby en meningsfull og autentisk kontekst, der de kan utforske og anvende matematiske begreper på virkelige problemer. Det kan også bidra til mer motivasjon og driv i timene gjennom kreativiteten modellering tilbyr. Det er mulig at modellering kan fungere utforskende, hvor elevene bruker sin egen intuisjon, problemløsningsevne og antagelser, for å skape og evaluere modeller som kan virke spennende for dem. Dette kan føre til at elevene ser mulighetene og målet ved å lære praktisk matematikk.

I sum kan det konkluderes med at matematisk modellering har potensial til å fremme elevers holdninger til matematikk. Studiet har bidratt til økt forståelse av elevenes opplevelser og tanker i forhold til matematisk modellering, samt deres holdninger til faget.

6.2 Studiens svakheter og begrensninger

Læringskurven gjennom arbeidet med masteroppgaven har vært bratt, og gjennom arbeidet har det blitt oppdaget svakheter og begrensninger i studien. Først og fremst er det nødvendig å se på metodevalg. Studiet benyttet seg av en kombinasjon av kvantitative og kvalitative metoder i et konvergerende design for å oppnå en dypere forståelse av forskningsproblemet. Imidlertid har dette i ettertid bydd på utfordringer. Selve problemstillingen har blitt besvart bedre enn hva den ville ha vært foruten en av metodene, men omfanget av oppgaven ble stort. Jeg er en uerfaren forsker som måtte bruke lang tid på å sette meg godt inn i hva både kvalitativ og kvantitativ forskning gikk ut på. Deretter tok det også lang tid å samle inn og tolke data. Når det kom til selve analysen, var det igjen en stor utfordring.

Planen var å utføre en parett t-test i statistikkprogrammet SPSS. Her kom uerfarenheten min dessverre inn. Å la elevene besvare spørreundersøkelsen anonymt, for å få mest mulig ærlige svar på spørreundersøkelsen, førte til at det ikke ble mulig å drive med parede tester da datainnsamlingene før og etter tiltak ikke kunne kobles sammen. Det er fysisk ikke mulig å

pare svarene. Respondent nummer to før tiltak er ikke den samme som respondent nummer to etter tiltak. Det er heller ikke mulig å gjennomføre uparede tester, da det hadde gått i strid med antagelsene for disse testene. Dette er fordi spørreundersøkelsene ikke er uavhengig av hverandre. Det kunne ha ført til at p-verdien jeg hadde fått ikke hadde vært riktig, da det var det samme utvalget før og etter. Det fører til at det ikke er mulig å se om funnene er signifikante på gruppenivå, men det er fortsatt mulig å se på deskriptiv statistikk. Ettersom det var de samme elevene som deltok, var det ikke en endring i elevgruppene, utenom at det var en elev mindre som svarte på den siste spørreundersøkelsen.

På grunn av at jeg brukte mye tid på å lære meg SPSS, falt valget på å utføre en tematisk analyse for hånd av de kvalitative intervjuene. Jeg hadde ikke kapasitet til å lære med enda et program som NVivo. Når det kommer til metodene i seg selv så kan spørreskjema være begrenset i sin evne til å fange opp komplekse holdninger eller følelser, mens intervjuer kan være påvirket av subjektive tolkninger eller intervjuerens påvirkning.

Tid er også en gjennomgående sentral begrensning i studiet. Det tar tid å endre holdninger, og den tilgjengelige tidsrammen for innsamling av datamaterialet begrenset muligheten for ulike MM-design. Videre må begrensninger knyttet til studiens utvalg og kontekstualisering tas i betraktning. Et begrenset utvalg av deltakere kan redusere generaliserbarheten av funnene til en større populasjon. I tillegg kan studiens gjennomføring innenfor en spesifikk skole eller klasse begrense overførbarheten av resultatene til andre læringsmiljøer, da kontekstuelle faktorer kan ha påvirket resultatene. Utvalget mitt for kvalitative undersøkelser er lite, men det var ikke mulig å få tak i mer og fortsatt drive med undervisning av modellering innen den gitte tidsrammen. Det fører til at både det kvalitative og kvantitative utvalget er for lite til å generalisere funnene. Det hadde vært svært interessant å sett hvordan holdningen hadde vært i andre klasser på videregående, spesielt i de klassene som har valgt å fordype seg i matematikk.

Utfordringer ligger også i å gå fra det ekstra-matematiske til det matematiske, og elever som ikke har arbeidet med modellering før kan føle på et brudd i den didaktiske kontrakten. Dette er en faktor som må tas i betraktning. Det var svært få av 1P elevene som var kjent med begrepet fra før. Studiet er også begrenset ved at jeg har sett konsekvent på det pedagogiske perspektivet sammen med det psykologiske begrunnelsen for å ha modellering, i analysen og i resultatet. Det var for å snevre inn oppgaven, og de var mest aktuelle for elevenes holdninger.

Det er viktig å være oppmerksom på disse svakhetene og begrensningene for å kunne tolke funnene fra studien på en balansert måte. De kan også fungere som utgangspunkt for videre forskning og forbedring i praksis, slik at man kan adressere og overvinne disse begrensningene for å oppnå en mer grundig forståelse av hvordan matematisk modellering kan fremme elevers holdninger til matematikk.

6.3 Studiens betydning og veien videre

Funnene i denne studien indikerer behovet for videre forskning og refleksjon rundt hvordan man kan fremme mer meningsfulle og varige endringer i elevenes holdninger til matematikk, gjennom modelleringsaktiviteter. Det krever en bevisst innsats for å skape et læringsmiljø som fremmer motiverende elever som er aktive deltagere i egen læring. For fremtidig forskning og praksis er det viktig å fortsette å utforske hvordan man kan stimulere og påvirke elevenes holdninger på en konstruktiv måte. Det kan være nødvendig å vurdere ulike tilnærminger, varigheten av intervensjoner og samspillet mellom ulike faktorer som kan påvirke holdningsendringer. Det er også verdifullt å utforske holdningene til ulike elevgrupper og hvordan ulike faktorer kan spille inn.

Denne studien har fokusert på den affektive delen av elevenes holdninger til matematisk modellering, i motsetning til den overveiende kognitive tilnærmingen i tidligere forskning (Hannula, 2002). Selv om det ikke er en klar grense mellom kognitive og affektive faktorer, har diskusjonen primært fokusert på de affektive aspektene ved læring. Det hadde vært interessant å undersøke forholdet mellom måloppnåelse i matematikk og elevenes holdninger. En dypere forståelse av dette forholdet kan gi verdifulle perspektiver og innsikt i hvordan man best kan fremme både faglig kompetanse og positive holdninger blant elever.

Det jeg har lært i denne studien vil jeg ta med meg videre inn i læreryrket. Matematisk modellering er dagsrelevant, og noe som interesserer meg som lærer. Det har også alltid vært viktig for meg at elevene trives og ser verdien av matematikk. Videre vil jeg fortsette å fokusere på elevenes holdninger til matematikk, og kanskje se om det er mulig å få målbare endringer på egne elever i fremtiden, over tid. Det hadde også vært interessant å forske på om det skjer en endring i holdninger hos elever i matematikk, gjennom de tre årene på ungdomsskolen eller

videregående. Jeg ser frem til å teste andre alternative undervisningsopplegg til oppgave- og lærebokstyrt undervisning. Målet er å være en kreativ, motiverende og faglig oppdatert lærer.

Litteraturliste

- Alrø, H. & Skovsmose, O. (2004). *Dialogue and learning in mathematics education: Intention, reflection, critique* (Bd. 29). Springer Science & Business Media.
- Andersen, J. (2017). «Mixed methods»-design i helseforskning. *Sykepleien forskning (Oslo)*, (64738), e-64738. <https://doi.org/10.4220/Sykepleiens.2017.64738>
- Anderson, M. W., Teisl, M. F., Criner, G. K., Tisher, S., Smith, S., Hunter, M. L., Norton, S. A., Jellison, J., Alyokhin, A., Gallandt, E., Haggard, S. & Bicknell, E. (2007). Attitude changes of undergraduate university students in general education courses. *The Journal of general education (University Park, Pa.)*, 56(2), 149-168. <https://doi.org/10.1353/jge.2007.0016>
- Asante, K. O. (2012). Secondary students' attitudes towards mathematics. *IFE Psychologia: An International Journal*, 20(1), 121-133.
- Barbosa, J. C. (2006). Mathematical modelling in classroom: A socio-critical and discursive perspective. *ZDM*, 38(3), 293-301.
- Blaikie, N. & Priest, J. (2019). *Designing social research : the logic of anticipation*. Polity Press.
- Blomhøj, M. (2003). Modelling som undervisningsform. I *Kan det virkelig passe?: om matematiklæring*. L&R Uddannelse.
- Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do? The proceedings of the 12th international congress on mathematical education,
- Blum, W. & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1), 45-58.
- Blum, W. & Leiß, D. (2007). Deal with modelling problems. *Mathematical modelling: Education, engineering and economics-ICTMA*, 12, 222.
- Bryman, A. (2004). *Social Research Methods* (Second edition. utg.). Oxford University Press.
- Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Abstrakt forl.
- Clarke, V. & Braun, V. (2022). *Thematic analysis : a practical guide*. SAGE.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3rd. utg.). SAGE.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research : planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th. utg.). Pearson.
- Creswell, J. W. & Clark, V. L. P. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (Bd. Third edition). SAGE Publications.
- Creswell, J. W. & Guetterman, T. C. (2021). *Educational research : planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (Sixth edition. utg.). Pearson Education Limited.
- Di Martino, P. & Zan, R. (2010). 'Me and maths': Towards a definition of attitude grounded on students' narratives. *Journal of mathematics teacher education*, 13(1), 27-48.
- Fennema, E. & Sherman, J. A. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitudes scales: Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males. *Journal for research in Mathematics Education*, 7(5), 324-326.
- Ferri, R. B. (2019). *Learning How to Teach Mathematical Modeling in School and Teacher Education*. I. Springer.
- Greefrath, G. & Vorhölter, K. (2016). *Teaching and learning mathematical modelling: Approaches and developments from German speaking countries*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45004-9>
- Hana, G. M. (2013). *Matematiske byggesteiner*. Caspar.

- Hannula, M. S. (2002). Attitude towards Mathematics: Emotions, Expectations and Values. *Educational studies in mathematics*, 49(1), 25-46.
- Hannula, M. S. (2006). Affect in mathematical thinking and learning: Towards integration of emotion, motivation, and cognition. I *New mathematics education research and practice* (s. 209-232). Brill.
- Helland, T. (2009). Vi lærer på ulike måter. I T. Manger, S. Lillejord, T. Nordahl & T. Helland. *Livet i skolen 1–Grunnbok i pedagogikk og elevkunnskap*, 185-212.
- Henning, H. & Keune, M. (2007). Levels of modelling competencies. *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14 th ICMI Study*, 225-232.
- Jankvist, U. T. & Niss, M. (2020). Upper secondary school students' difficulties with mathematical modelling. *International Journal of mathematical education in science and technology*, 51(4), 467-496.
- Kaiser, G., Blomhøj, M. & Sriraman, B. (2006). Towards a didactical theory for mathematical modelling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 82-85.
- Kaiser, G. & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM*, 38(3), 302-310.
- Krumsvik, R. J., Jones, L. Ø. & Røkenes, F. M. (2019). *Kvalitativ metode i lærerutdanninga*. Fagbokforlaget.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju* (2. utg. utg.). Gyldendal akademisk.
- Lesh, R. A., Cramer, K., Doerr, H. M., Post, T. & Zawojewski, J. S. (2003). Model Development Sequences. I R. A. Lesh & H. M. Doerr (Red.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Lim, S. Y. & Chapman, E. (2013). Development of a short form of the attitudes toward mathematics inventory. *Educational studies in mathematics*, 82(1), 145-164.
- Løvås, G. G. (2018). *Statistikk for universiteter og høyskoler* (4. utg. utg.). Universitetsforl.
- Ma, X. & Kishor, N. (1997). Assessing the relationship between attitude toward mathematics and achievement in mathematics: A meta-analysis. *Journal for research in mathematics education*, 26-47.
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, 1, 575-596.
- Maasz, J. & Schloeglmann, W. (2006). *New mathematics education research and practice*. BRILL.
- Neupane, N. (2019). Paradigm shift in research: Emergence of mixed methods research design. *Journal of NELTA Gandaki*, 1, 74-86.
- Niss, M. & Blum, W. (2020). *The learning and teaching of mathematical modelling*. Routledge.
- Niss, M. A. & Jensen, T. H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring: ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Undervisningsministeriets forlag.
- Postholm, M. B., Jacobsen, D. I. & Søbstad, R. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Cappelen Damm akademisk.
- Sundre, D., Barry, C., Gynnild, V. & Ostgard, E. T. (2012). Motivation for achievement and attitudes toward mathematics instruction in a required calculus course at the Norwegian University of Science and Technology. *Numeracy*, 5(1), 4. <https://doi.org/10.5038/1936-4660.5.1.4>
- Tapia, M. (1996). The Attitudes toward Mathematics Instrument.
- Tapia, M. & Marsh, G. E. (2002). Confirmatory Factor Analysis of the Attitudes toward Mathematics Inventory.
- Tapia, M. & Marsh II, G. E. (2004). An instrument to measure mathematics attitudes. *Academic exchange quarterly*, 8(2), 16-21.

- Tashakkori, A. & Teddlie, C. (2010). *SAGE Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioral Research* (2. utg.). <https://doi.org/10.4135/9781506335193>
- Tjora, A. H. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (3. utg. utg.). Gyldendal akademisk.
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Matematikk 1–10 kjerneelementer (MAT01-05)* Fastsett som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020.
- Wen, R. & Dubé, A. K. (2022). A Systematic Review of Secondary Students' Attitudes Towards Mathematics and its Relations With Mathematics Achievement. *Journal of Numerical Cognition*, 8(2), 295-325.
- Wæge, K. (2007). *Elevenes motivasjon for å lære matematikk og undersøkende matematikkundervisning*. Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk.
- Xu, B., Lu, X., Yang, X. & Bao, J. (2022). Mathematicians', mathematics educators', and mathematics teachers' professional conceptions of the school learning of mathematical modelling in China. *ZDM*, 54(3), 679-691. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01356-4>

Vedlegg

Vedlegg 1: Modelleringsaktiviteter

Vedlegg 2: Deltagelse i forskningsprosjekt

Vedlegg 3: ATMI-undersøkelsene

Vedlegg 4: Intervjuguide om holdninger til matematikk

Vedlegg 5: Gjennomsnitt og median før og etter modelleringsarbeid for hver påstand

Vedlegg 1: Modelleringsaktiviteter

Dag 1

Store sko å fylle

I Guinness World Records står det at verdens største sko finnes på et kjøpesenter i Marikina på Filippinene. De er 5,29 m lange og 2,37 m brede. Hvor høy vil personen som passer disse skoene være? Forklar og begrunn svarene deres.

Ekstraoppgave: Kan man si noe generelt om skostørrelse og høyde til personer?

Ingen av oppgavene har kun ett riktig svar. Refleksjon og begrunnelse av de valgene en har gjort blir en viktig del av svaret på slike oppgaver.



Reflekter over hvilken matematikk dere bruker når dere løser oppgavene, hvilken kunnskap utenfor matematikken dere benytter og hvordan dere går frem.

Billig bensin

Kjartan skal fylle bensin på bilen sin. Han bor 33 km fra nærmeste svenske stasjon og 5 km fra nærmeste norske. Det koster 20,41 kroner per liter på den norske bensinstasjonen og 17,40 kroner per liter på den svenske. Hvor lønner det seg for Kjartan å fylle bensin?



Dag 2

Konsert i idrettshallen

Det har blitt annonsert at en kjent bergenser skal holde en konsert i idrettshallen på skolen. Flere elever, fra både deres og fra andre videregående skoler, har lyst til å komme. Dere har fått i oppgave å finne ut av hvor mange tilskuere dere kan selge billetter til.

1. Planlegg hvordan dere vil gå frem for å løse problemet og skriv ned stegene dere trenger for å komme frem til en løsning.
2. Finn ut hvor mange tilskuere det er plass til. Mangler dere noen detaljer kan dere estimere eller bruke tall dere tenker kan passe.

De som organiserer konserten har lyst til å vise arbeidet deres til skoleledelsen i en kort presentasjon.

1. Lag en PP-slide eller et ark som kan presenteres til ledelsen.

Ekstraoppgave: Kan dere lage en generell løsningsmetode som andre skoler kan bruke dersom de skal ha konsert i sine idrettshaller?



Vedlegg 2: Deltagelse i forskningsprosjekt

Vil du delta i forskningsprosjektet

Modellering og elevers holdninger til matematikk

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å finne ut om modellering kan endre elevers holdninger til matematikk. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

I min masteroppgave skal jeg undersøke om modellering kan endre elevers holdninger til matematikk. Holdninger til matematikk handler om motivasjon, selvtillit, gleden og verdien av faget. Jeg skal ha en uke med undervisning i modellering og vil gjennom en spørreundersøkelse, før og etter undervisningen, for å se om noen av disse faktorene endres. I tillegg vil jeg plukke ut enkeltelever til å gjennomføre et intervju i etterkant.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

UiB, Det matematisk-naturvitenskapelige fakultetet er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Jeg har hørt med ulike lærere om de ønsker å delta i prosjektet med klassen sin, og deres lærer har takket ja. Hele klassen vil få tilbud om å fylle ut spørreskjemaet. Jeg vil i etterkant spørre 3-4 elever om å delta i et intervju i etterkant av prosjektet.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du fyller ut et spørreskjema. Det vil ta deg ca. 10 minutter. Spørreskjemaet inneholder spørsmål om holdningene dine til matematikk. Spørreundersøkelsen inneholder påstander som «Jeg tror at jeg er god på å løse matematikkproblemer», «Jeg lærer matematikk lett» og «Å gjøre matematikk får meg til å føle meg nervøs». Skjemat fylles ut to gangeer.

Dersom du blir spurt om å være med på et dybdeintervju vil jeg stille utfyllende spørsmål som handler om dine holdninger til matematikk og dine kjennskaper til modellering i matematikken. Jeg kommer til å stille spørsmål knyttet til aktivitetene vi har gjennomført i klasserommet, tidligere erfaringer og tanker knyttet til tema. Spørsmålene kan være «Har du hørt om modellering før», «Hva synes du om typen oppgaver dere har vært gjennom denne uken» og «Hvorfor tror du modellering har blitt prioritert på nye læreplanene som kom i 2020».

Deltagere kan få se både spørreskjema og intervjuguide i forkant dersom dere ønsker dette.

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. Dette gjelder for både spørreskjemaet og intervjuet. Det vil ikke påvirke hvordan du vurderes i matematikk eller andre fag. Jeg har taushetsplikt både som lærer og forsker, jeg kan derfor ikke benytte informasjonen fra forskningen til annet enn masterprosjektet. Det samme gjelder

andre veien, informasjonen om din prestasjon eller karakter i matematikk kan ikke brukes i forskningen.

Alle elever i klassen skal være med på undervisningen, da dette er en introduksjon til kapitlet om modellering og følger vanlig undervisning. Spørreskjema i forkant og etterkant er derimot frivillig, det samme gjelder for et eventuelt intervju.

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 bare jeg og min veileder, Andreas Christiansen ved UiB, som vil ha tilgang til de opplysningene som du gir fra deg i spørreskjemaet og under intervjuet. Spørreundersøkelsen vil gjennomføres anonymt. Det vil ikke være noen spørsmål som gjør deg gjenkjennerbar. I intervjuet vil du bli anonymisert. Det vil bli gjort lydopptak som blir transkribert på SAFE skrivebord. Det vil si at ingen andre enn jeg vil ha tilgang til dataen.

I masteren vil alle navn bli anonymisert.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil avsluttes når masteren er godkjent, noe som etter planen er i juni 2022. Personopplysninger og lydopptak vil bli destruert.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra UiB, Det matematisk-naturvitenskapelige fakultetet, har RETTE (risiko og etterlevelse i forskningsprosjekter) 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:

- Masterstudent: Linn Hamarsland, lhamarsland@gmail.com
- Prosjektansvarlig ved UiB: Andreas Christiansen, andreas.christiansen.bergen@gmail.com
- Vårt personvernombud: Janecke Helene Veim, personvernombud@uib.no

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjenestene fra RETTE, kan du ta kontakt via:

- Epost: elisabeth.lokkebo@uib.no

Med vennlig hilsen

Linn Hamarsland

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «*Modellering og elevers holdninger til matematikk*» og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å fylle ut et spørreskjema i forkant og etterkant av undervisningen
- å delta i et intervju

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

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 3: ATMI-spørreundersøkelse

veldig uenig uenig hverken eller enig veldig enig

1. Matematikk er et veldig verdifullt og nødvendig fag
2. Jeg har lyst til å utvikle mine matematiske ferdigheter
3. Jeg får stor tilfredsstillelse av å løse et matematiske problem
4. Matematikk bidrar til å utvikle hjernen og lærer en person å tenke
5. Matematikk er viktig i hverdagslivet
6. Matematikk er et av de viktigste fagene å lære seg i skolen
7. Matematikken på videregående vil være hjelpsom uansett hva jeg velger å studere
8. Jeg kan komme på mange måter jeg kan bruke matematikk utenfor skolen
9. Matematikk er et av de fagene jeg frykter mest
10. Jeg blir helt blank og klarer ikke tenke klart når jeg jobber med matematikk
11. Å gjøre matematikk får meg til å føle meg nervøs
12. Matematikk gjør at jeg føler meg ukomfortabel
13. Jeg er alltid under stort press og belastning i matematikktimene
14. Når jeg hører ordet matematikk får jeg en følelse av misnøye
15. Jeg blir nervøs bare av tanken på å løse et matematisk problem
16. Matematikk skremmer meg ikke i det hele tatt
17. Jeg har mye selvtillit når det kommer til matematikk
18. Jeg klarer å løse matematikkoppgaver uten mye vanskeligheter
19. Jeg forventer å gjøre det ganske bra i matematikkfaget jeg tar
20. Jeg er alltid forvirret i matematikktimene
21. Jeg har en følelse av usikkerhet når jeg prøve meg på matematikkoppgaver
22. Jeg lærer matematikk lett
23. Jeg har tro på at jeg kan lære meg avansert matematikk
24. Jeg har som regel likt å lære matematikk på skolen
25. Matematikk er ensformig og kjedelig
26. Jeg liker å løse nye problemer i matematikk
27. Jeg vil heller løse en oppgave i matematikk enn å skrive en stil
28. Jeg vil unngå å bruke matematikk på studier senere
29. Jeg liker virkelig matematikk
30. Jeg er gladere i matematikktimene enn i andre timer

31. Matematikk er et veldig interessant fag
32. Jeg er villig til å ta flere matematikkfag enn jeg må på videregående
33. Jeg planlegger å ta så mange matematikkfag som jeg kan gjennom videregående
34. Jeg liker utfordringene man får i matematikken
35. Jeg tenker at det er nyttig å gjøre avansert matematikk
36. Jeg tror det å gjøre matematikk hjelper med meg problemløsning innenfor andre områder
37. Jeg er komfortabel med å uttrykke egne idéer på hvordan man kan finne løsninger på et vanskelig problem i matematikken
38. Jeg er komfortabel med å svare på spørsmål i matematikktimene
39. En sterk matematisk bakgrunn kan hjelpe meg i yrkeslivet
40. Jeg tror at jeg er god på å løse matematikkproblemer

Verdi = 10 spørsmål (1-2, 4-8, 35-36, 39)

Selvtillit = 15 spørsmål (9-22, 40)

Motivasjon = 5 spørsmål (23, 28, 32-34)

Glede = 10 spørsmål (3, 24-27, 29-31, 37-38)

Vedlegg 4: Intervjuguide om holdninger til matematikk

Gi en kort introduksjon: formålet med intervjuet, hva som skal skje, anonymitet, opptak

Holdninger:

- Hva synes du om matematikk som fag på skolen?
- Hvordan ser en drømmetime i matematikk ut?
- Hvordan er du som elev i en typisk matematikktime?

Stikkord: motivert, vil bare bli ferdig, gruer seg, muntlig aktiv, passiv, arbeidsom, gruppearbeid, jobbe alene

Verdi:

- Synes du det er et viktig fag å lære på skolen?
- Hva kan man trenge matematikk til senere i livet?
- Hvorfor tror du det er et fag vi lærer på videregående?
- Trenger du matematikk for utdanning eller jobb du planlegger etter videregående?

Selvtillit:

- Hvordan vil du beskrive dine matematiske ferdigheter?
- Er det noe du er flinkere til enn annet?
- Hva tror du har gjort at du har den oppfatningen av deg selv?
- Tror du du kan få en bedre karakter?
- Har du noen negative følelser knyttet til matematikk?

Stikkord: skjelving, vondt i hodet, kvalme

Motivasjon:

- Er du motivert til å arbeide i matematikktimene?
Har det alltid vært slik? Er det annerledes i andre fag?
- Hva styrer motivasjonen din?
Indre/ytre faktorer
- Tror du det er viktig med motivasjon i faget for å få en god karakter?

Glede:

- Hvilket humør er du i når det er matematikktime?
Stikkord: klassetrinn, prøver, problemløsningsoppgaver, prosjekter, oppgavejobbing og dagsform
- Hvordan trives du i disse timene sammenlignet med andre fag?
- Synes du faget er spennende?

Modellering:

Start med en kort gjenfortelling om modelleringsøktene og hva som ligger i begrepet.

- Har du gjort noen form for modellering i tidligere matematikktimer?
- Var det noe spesielt med disse øktene du likte?
Stikkord: vanskelig, lett, annerledes fra vanlig time? Nyttig?
- Har du endret noen av tankene dine rundt hvordan matematikk er etter denne økten?
Stikkord: motivert/umotivert til å delta, gøy/kjedelig måte å jobbe på, får vise kompetanse?

- Hva lærer dere i matematikk når dere har klasseromsundervisning?
- Hva lærer dere når dere har modelleringsøkter?
- I de nye læreplanene kom modellering og anvendelser inn som kjerneelement. Hvorfor tror du de som bestemmer synes at modellering er relevant?
- Tror du modellering i matematikk kan være nyttig for å forstå komplekse problemer?
På hvilken måte?

Vedlegg 5: Gjennomsnitt og median før og etter modelleringsarbeid for hver påstand

<i>PÅSTANDER FOR SELVTILLIT</i>	GJ. SNITT PRE	GJ. SNITT POST
Matematikk er et av de fagene jeg frykter mest	3,16	2,89
Jeg blir helt blank og klarer ikke tenke klart når jeg jobber med matematikk	3,03	2,89
Å gjøre matematikk får meg til å føle meg nervøs	2,84	2,67
Matematikk gjør at jeg føler meg ukomfortabel	2,84	2,67
Jeg er alltid under stort press og belastning i matematikktimene	3,00	2,19
Når jeg hører ordet matematikk får jeg en følelse av misnøye	3,16	2,46
Jeg blir nervøs bare av tanken på å løse et matematisk problem	2,90	2,63
Matematikk skremmer meg ikke i det hele tatt	2,87	3,04
Jeg har mye selvtillit når det kommer til matematikk	2,74	2,96
Jeg klarer å løse matematikkoppgaver uten mye vanskeligheter	2,94	3,00
Jeg forventer å gjøre det ganske bra i matematikkfaget jeg tar	3,45	3,48
Jeg er alltid forvirret i matematikktimene	2,90	2,70
Jeg har en følelse av usikkerhet når jeg prøve meg på matematikkoppgaver	3,23	3,19
Jeg lærer matematikk lett	2,58	2,78
Jeg tror at jeg er god på å løse matematikkproblemer	2,90	2,81
<i>PÅSTANDER FOR MOTIVASJON</i>	GJ. SNITT PRE	GJ. SNITT POST
Jeg har tro på at jeg kan lære meg avansert matematikk	2,77	2,85
Jeg vil unngå å bruke matematikk på studier senere	3,26	3,23
Jeg er villig til å ta flere matematikkfag enn jeg må på videregående	2,19	2,15
Jeg planlegger å ta så mange matematikkfag som jeg kan gjennom videregående	2,03	1,96
Jeg liker utfordringene man får i matematikken	2,45	2,74

PÅSTANDER FOR VERDI

Matematikk er et veldig verdifullt og nødvendig fag	3,32	3,33
Jeg har lyst til å utvikle mine matematiske ferdigheter	3,77	3,63
Matematikk bidrar til å utvikle hjernen og lærer en person å tenke	3,42	3,37
Matematikk er viktig i hverdagslivet	3,06	3,15
Matematikk er et av de viktigste fagene å lære seg i skolen	3,13	2,89
Matematikken på videregående vil være hjelpsom uansett hva jeg velger å studere	3,16	3,11
Jeg kan komme på mange måter jeg kan bruke matematikk utenfor skolen	2,77	2,81
Jeg tenker at det er nyttig å gjøre avansert matematikk	2,42	2,85
Jeg tror det å gjøre matematikk hjelper med meg problemløsning innenfor andre områder	2,77	3,11
En sterk matematisk bakgrunn kan hjelpe meg i yrkeslivet	3,06	3,52

GJ. SNITT PRE	GJ. SNITT POST
3,32	3,33
3,77	3,63
3,42	3,37
3,06	3,15
3,13	2,89
3,16	3,11
2,77	2,81
2,42	2,85
2,77	3,11
3,06	3,52

PÅSTANDER FOR GLEDE

Jeg får stor tilfredsstillelse av å løse et matematiske problem	3,33	3,41
Jeg har som regel likt å lære matematikk på skolen	2,48	3,29
Matematikk er ensformig og kjedelig	3,29	3,11
Jeg liker å løse nye problemer i matematikk	2,77	2,85
Jeg vil heller løse en oppgave i matematikk enn å skrive en stil	3,45	3,30
Jeg liker virkelig matematikk	2,43	2,44
Jeg er gladere i matematikktimene enn i andre timer	2,65	2,74
Matematikk er et veldig interessant fag	2,45	2,70
Jeg er komfortabel med å uttrykke egne idéer på hvordan man kan finne løsninger på et vanskelig problem i matematikken	2,84	3,26
Jeg er komfortabel med å svare på spørsmål i matematikktimene	2,84	3,26

GJ. SNITT PRE	GJ. SNITT POST
3,33	3,41
2,48	3,29
3,29	3,11
2,77	2,85
3,45	3,30
2,43	2,44
2,65	2,74
2,45	2,70
2,84	3,26
2,84	3,26