Masteroppgave

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap
Institutt for lærerutdanning

Thomas Utvær

Lærerstudenters oppfatning av matematikk

En kvantitativ undersøkelse av lærerstudenters oppfatninger på ulike stadier av studieløpet

Masteroppgave i Matematikkdidaktikk 5-10
Veileder: Trygve Solstad
Mai 2019

NTNU
Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Den instrumentelle tilnærmingen til matematikkundervisning henger igjen i flere norske klasserom (Klette et al., 2007). Som et tiltak for å heve kompetansen i grunnskolen og grunnskolelærerutdanningen har strategier som Lærerløftet blitt satt i gang. Det har ført til etterutdanning av lærere og obligatorisk master for lærerstudenter for å fremme problemløsningsorientert undervisning, basert på at en kompetanseheving av lærerne vil gi en bedre praksis. Lærerens oppfatninger av matematikk er tett knyttet opp mot undervisningen som gjennomføres (Van Zoest, Jones & Thornton, 1994, s. 42). Hvordan lærerstudenter oppfatter matematikk vil derfor være viktig for deres framtidige yrkespraksis.

I denne oppgaven har jeg undersøkt problemstillingen: «Hva kjennetegner lærerstudenters oppfatninger av matematikk på ulike stadier av utdanningsløpet?». For å besvare problemstillingen har jeg har videreutviklet Evans (2003) sitt måleinstrument for lærerstudenters oppfatning av matematikk og deretter analysert datamaterialet med en Rasch-modell. Utvalget besto av 721 studenter, 617 lærerstudenter og 104 dataingeniørstudenter.

Ut ifra føringer for reliabilitet og anbefalte verdier for måleinstrumentets egenskaper, så viser resultatene fra valideringen at måleinstrumentet hadde akseptable verdier. Instrumentet kunne derfor anses som tilstrekkelig invariant og endimensjonalt for å samle inn data til videre Rasch-analyser av lærerstudenters oppfatninger av matematikk. Resultatet viste at studenter som tok studiepoeng i matematikkdidaktikk da datainnsamlingen ble gjennomført, hadde mer problemløsningsorienterte oppfatninger jo lenger ut i studieløpet studenten de var kommet. Resultatene viste også at lærerstudenter på 10-5 og 1-7 hadde ulike oppfatninger av matematikk.

Forord

Det å skrive en masteroppgave har vært en interessant reise. Etter fem år på grunnskolelærerutdanningen så markerer masteroppgaven slutten på min tid som lærerstudent. Tiden på Rotvoll og Kalvskinnet er en periode av livet jeg vil se tilbake på med glede. Jeg har lært og opplevd mye de fem siste årene.

Masteroppgaven har vært en krevende øvelse. Det å utvikle et spørreskjema i et utfordrende fagfelt har bydd på mange utfordringer. Forskningsprosessen har både vært frustrerende og givende på en og samme tid. Det er mange som har bidratt og hjulpet meg gjennom det siste året. Først og fremst vil jeg takke min eminente veileder, Trygve Solstad, for gode råd og oppmuntrende ord uansett tid på døgnet. De faglige diskusjonene har vært til inspirasjon og god hjelp. Jeg må også takke Eivind Kaspersen for hans over snittet store interesse for Rasch og Winsteps, det har hjulpet meg til å overkomme Winsteps under middels gode brukergrensesnitt.

En takk må også sendes til min mor for metodiske tips og triks og til medstudentene jeg har delt lesesal med. Masterperioden hadde ikke vært den samme uten dere. Til slutt må jeg takke Julie for å ha holdt med en fraværende kjæreste våren 2019. Jeg kommer sterkere tilbake.

Thomas Utvær
Trondheim, mai 2019

Innholdsfortegnelse

Figurliste

Tabelliste

Forkortelser

1-7	Studieretningen 1-7 grunnskolelærerutdanning
5-10	Studieretningen 5-10 grunnskolelærerutdanning
ANOVA	Variansanalyse
DIF	Differential Item Functioning
ICC	Item characteristic curve
IRT	Item Response Theory
MNSQ	Mean Square
NCTM	National Council of Teachers of Mathematics
NSD	Norsk senter for forskningsdata
PCA	Principal component analysis
PCC	Person characteristic curve
PCM	Partial credit model
PRM	Polytom Rasch-modell
R2	Matematikkfaget R2 fra videregående opplæring
RSM	Rating scale model
ZSTD	Z-standardized

1 Innledning

Som et grep for å styrke den norske skolen lanserte Kunnskapsdepartementet (2014) strategien Lærerløftet. To av delmålene var for å styrke den faglige kompetansen til lærerne og gjøre lærerutdanning mer attraktivt. Tiltak ble derfor satt i verk for å styrke den faglige kompetansen til både eksisterende og framtidige lærere gjennom etterutdanning, matematikkrav og obligatorisk mastergrad for framtidige lærerstudenter. Tiltakene fra regjeringen har ikke gått upåaktet hen og diskusjonen om deres grep knyttet til lærerutdanning har vært i medienes søkelys. Frykten for lærermangel og kravet om etterutdanning av lærere har skapt engasjement rundt temaet og en diskusjon om Lærerløftet er en hensiktsmessig strategi for å heve kompetansen i grunnskolen og grunnskolelærerutdanningen.

Problemløsningsorientert undervisning i matematikk har vært anbefalt av det matematikkdidaktiske fagmiljøet siden 1980-tallet (Ernest, 1992). Likevel så henger den mer tradisjonelle og instrumentelle tilnærmingen til matematikkundervisning igjen i flere norske klasserom (Klette et al., 2007). Lærerstudenters oppfatninger av matematikk har blitt formet både bevisst og ubevisst gjennom deres tidligere skolegang som elev/lærende i matematikk (Thompson, 1992, s. 139). Potensielle lærerstudenter som selv har tatt del i en instrumentelt orientert matematikkundervisning som elev, vil stå i fare for å ha en instrumentell oppfatning av matematikk når de starter på grunnskolelærerutdanningen. En instrumentell oppfatning vil stå i misforhold til de nye problemløsningsorienterte oppfatningene som forsøkes implementert gjennom grunnskolelærerutdanningen. Disse oppfatningene er relativt stabile og holdes sterkt av individet og vil derfor være utfordrende å endre (Liljedahl, 2005).

Kravet om obligatorisk masterutdanning vil føre til at den enkelte lærerstudent tar flere studiepoeng i fag enn tidligere. Spørsmål knyttet til hvordan flere oppnådde studiepoeng påvirker lærerstudenter er høyst aktuelle i debatten, da tiltakene i Lærerløftet er basert på at en kompetanseheving av lærerne vil gi en bedre skole. Særlig kompetanseheving i matematikk får mye oppmerksomhet (Kunnskapsdepartementet, 2014, s. 24). Både kvalitativ og kvantitativ forskning viser at skolering av lærerstudenter i matematikkdidaktikk påvirker lærerstudentenes oppfatning av matematikk i en problemløsningsorientert retning (Beswick & Dole, 2001; Aldridge & Bobis, 2001; Wilkins & Brand, 2004). Lærerens oppfatninger av matematikk er tett knyttet opp mot undervisningen som gjennomføres (Van Zoest, Jones & Thornton, 1994, s. 42). Hvordan lærerstudenter oppfatter matematikk vil derfor være viktig for deres framtidige yrkespraksis. På grunn av mangelfull norsk kvantitativ forskning på lærerstudenters oppfatning av matematikk med fokus på problemløsningsorientert matematikk, er det høyst tiltrengt med ny forskning på dette området. En kartlegging av studenters oppfatning av matematikk på ulike stadier av lærerutdanningen vil kunne gi informasjon om hva som kjennetegner studenters oppfatning ut ifra hvilken studieretning og studieår de har går. For å undersøke lærerstudenters oppfatninger av matematikk vil jeg i denne masteroppgaven undersøke følgende problemstilling:

«Hva kjennetegner lærerstudenters oppfatninger av matematikk på ulike stadier av utdanningsløpet?»

For å besvare problemstillingen er det nødvendig å dele den opp i mindre forskningsspørsmål. De metodiske grepene knyttet til å besvare problemsstillingen min har vært avgjørende for at resultatet skal være av valid karakter. Måleinstrumentets egenskaper har derfor et eget forskningsspørsmål. I tillegg har lærerstudentens oppfatninger blitt sammenlignet opp mot en gruppe dataingeniørstudenter for å se lærerstudentenes oppfatninger i en større sammenheng. Denne masteroppgaven skal dermed svare på følgende tilhørende forskningsspørsmål:

1. Hvor godt lar lærerstudenters oppfatning av matematikk seg måle med en Rasch-modell i en norsk kontekst?
2. Er det forskjeller mellom lærerstudenters oppfatning av matematikk på ulike stadier av studieløpet?
3. Er det forskjeller mellom lærerstudenters og dataingeniørstudenters oppfatning av matematikk?

For å finne svar på spørsmålene har jeg videreutviklet Evans (2003) sitt måleinstrument om lærerstudenters oppfatning av matematikk. Spørreskjemaet består av 33 lukkede spørsmål med svaralternativ på en fire punkts Likert-skala, bakgrunnsvariabler og noen åpne spørsmål. Utvalget i undersøkelsen er hovedsakelig lærerstudenter ved grunnskolelærerutdanningen ved NTNU, men det er også hentet inn data fra dataingeniørstudenter som sammenligningsgrunnlag. Selve analysen av datamaterialet er gjennomført med en Rasch-modell. I tillegg ble analyser fra klassisk testteori benyttet. Måleinstrumentet tar utgangspunkt i Ernest (1989a) sitt rammeverk for oppfatninger av matematikk og er videreutviklet og oppdatert for en norsk kontekst anno 2019.

Oppfatninger av matematikk går under affektive sider ved matematikk og er et komplekst begrep. Oppfatninger og andre begreper innen affektive sider ved matematikk har ingen allment aksepterte definisjoner. Det er derfor brukt plass i oppgaven til å belyse og definere begrepet oppfatninger som en del av de affektive sidene ved matematikk for å få en så tydelig begrepsavklaring som mulig, fra et konstruktivistisk læringssyn.

2 Teori

For å besvare masteroppgavens overordnede problemstilling og forskningsspørsmål vil jeg i dette teorikapittelet gi leseren et innblikk i hva begrepene oppfatninger av matematikk og affektive sider ved matematikk innebærer i denne oppgaven. I tillegg vil jeg belyse noen andre viktige aspekter knyttet til oppfatninger i en matematikkdidaktisk sammenheng.

I 1992 skrev Pajares at det burde fokuseres på lærernes og lærerstudenters oppfatninger i utdanningsforskning for å bedre lærernes undervisningspraksis. På grunn av definisjonsproblemer, dårlige begrepsdannelser og ulik forståelse av oppfatningsbegrepet har det ført til dårligere rammevilkår for forskningsfeltet knyttet til oppfatninger (Pajares, 1992, s. 307). Nå, nærmere 30 år senere, har forskningsfeltet mange av de samme utfordringene. Det har blitt forsket mer på lærernes oppfatninger og andre affektive sider knyttet til matematikk de siste tiårene. Til tross for mer forskning på feltet er litteraturen om de affektive sidene knyttet til matematikk fremdeles flertydig med tanke på begrepsdefineringer og kategorisering av de affektive sidene (Hannula, 2016, s. 11-12). Oppfatninger og andre begreper knyttet til de affektive sidene har manglet felles aksepterte definisjoner fra forskningsfeltet innen matematikkdidaktikk. De ulike defineringene og kategoriseringene gir flere potensielle teoretiske rammeverk å velge mellom til denne masteroppgaven. En tydelig redegjørelse av begrepet oppfatning og tilhørende teoretisk rammeverk vil derfor være viktig for oppgavens validitet. For å besvare min problemsstilling på en hensiktsmessig måte har jeg valgt Philipp (2007) sin definisjon på oppfatninger. Denne definisjonen er i samsvar med det fleste definisjoner av oppfatninger og er forenelig med denne masteroppgavens rammeverk. Definisjonen er som følger:

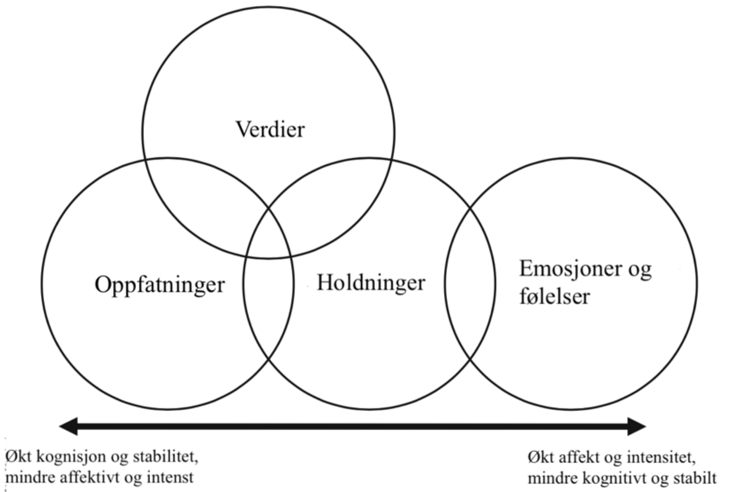
> *"Psychologically held understandings, premises, or propositions about the world that are thought to be true."* (Philipp, 2007, s. 259)

Som teoretisk rammeverk for oppgaven brukes Ernest (1989a; 1989b). Hans rammeverk for læreres oppfatninger av matematikk er et av de første og mest anerkjente innen forskning på oppfatninger av matematikk. I tillegg brukes Beswick (2005) sin modell for relasjoner mellom oppfatninger for å definere hva som er ønskelige oppfatninger for lærerstudenter. Modellen til Beswick bygger på Ernests rammeverk og de vil derfor være kompatible med hverandre.

2.1 Oppfatninger og affektive sider knyttet til matematikk

Den ulike begrepsdefineringen i litteraturen kommer blant annet av at oppfatninger har mye til felles med flere andre begreper innen affektive sider av matematikk, og det er ofte uklare skiller mellom disse begrepene. I tillegg brukes de affektive begrepene ofte i hverdagssammenhenger. En avklaring av skillene mellom oppfatninger og de andre begrepene anser jeg som nødvendig for å belyse begrepet oppfatning. Her følger derfor en redegjørelse for affektive begreper som er relevante for å belyse oppfatninger.

De affektive sidene knyttet til matematikk er mange og de ulike teoretiske rammeverkene tar for seg ulike aspekter ved affektive sider. For å skille oppfatninger fra andre lignende begreper egner Grootenboer sin modell for affektive sider seg godt (Grootenboer & Marshman, 2016, s. 14).



Figur 1 Affektive sider. Oversettelse av Grootenboer (2003) sin modell (Grootenboer & Marshman, 2016, s. 14)

I denne modellen presenteres fire overlappende dimensjoner av affektive sider knyttet til matematikk; *oppfatninger, verdier, holdninger og emosjoner*. Dimensjonene er plassert langs en skala med kognisjon, stabilitet og lav intensitet i den ene enden og affekt, lav stabilitet og høy intensitet i den andre. Oppfatninger er den mest stabile og kognitive affektive siden. Både verdier og holdninger overlapper med oppfatninger, men de har noen kjennetegn som skiller de fra hverandre. Philipp (2007) beskriver verdier som en oppfatning man verdsetter høyt og handler ut ifra. Ulikt oppfatninger er verdier assosiert med en ønsket/uønsket-dikotomi, mens oppfatninger handler mer om noe er sant eller usant. Verdier er også mindre kontekstavhengige enn oppfatninger. Holdninger blir beskrevet av Philipp (2007) som måter av handling, følelser eller tanker som viser ens disposisjon eller mening. Som modellen til Grootenboer viser, så endrer holdninger seg saktere og er mer kognitive enn emosjoner, samtidig som de endrer seg raskere og er mindre kognitive enn oppfatninger (Grootenboer & Marshman, 2016, s. 14). Holdninger kan i motsetning til oppfatninger involvere positive eller negative følelser (Philipp, 2007, s. 259).

Ett begrep med som har fellestrekk med oppfatninger, og som ikke nevnes i Grootenboer sin modell, er *kunnskap*. Kunnskap er et begrep som går igjen i faglitteratur om oppfatninger (Ernest, 1989a; 1989b; Thompson, 1992). Oppfatninger og kunnskap er begge kognitive strukturer som har mye til felles. Det som skiller de fra hverandre er at kunnskap er oppfatninger holdt med sikkerhet eller berettiget overbevisning om at oppfatningen er sann. Å bruke en slik definisjon medfører et subjektivt syn på kunnskap. Det som er kunnskap for en person, kan være en oppfatning for en annen, avhengig om individet er uten tvil til at konseptet er sant eller ikke (Philipp, 2007, s. 259).

2.2 Introduksjon til rammeverket

Det teoretiske rammeverket som er brukt i denne oppgaven er hentet fra Ernests to artikler fra 1989; «The impact of beliefs on the the teaching of mathematics» og «The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: a model». I tillegg blir Beswick (2005) sin modell for relasjoner mellom oppfatninger tatt i bruk for å strukturere og komplementere Ernest (1989b) sin teori. Ernest sine artikler presenterer et rammeverk for matematikklæreres kognitive tankestrukturer knyttet til kunnskap, oppfatninger og holdninger til matematikk. Teorien tar utgangspunkt i konstruktivistisk læringsteori og ser på de kognitive tankestrukturene som skjema lagret i individets sinn (Ernest, 1989a). I rammeverket ses individets kognitive tankestrukturer på som varige, men også i stadig vekst og endring. Disse strukturene er opphavet til tankemodellene, relasjonene, prosedyrene og strategiene som oppstår gjennom lærernes tankeprosesser. Lærernes kunnskap, oppfatninger og holdninger er dermed relatert til lærernes praksis (Ernest, 1989a). Da forskningsspørsmålet i denne oppgaven omhandler oppfatninger av matematikk, vil kun delen av rammeverket om oppfatninger bli brukt.

I rammeverket bruker Ernest de engelske begrepene «beliefs» (oppfatninger) og «conceptions» (forestillinger) tilsynelatende om hverandre. Å definere innholdet i disse to begrepene er utfordrende av flere grunner. Man vil finne ulik bruk av begrepene i både norsk og engelsk matematikkdidaktikklitteratur. I artikkelen til Ernest blir det ikke gjort tydelig rede for forskjellene mellom begrepene og i litteraturen ellers brukes disse begrepene med relativt lik betydning (Pehkonen, 2003, s. 156). Ernest (1989) beskriver forestillinger som en del av oppfatninger, men kommenterer ikke forskjellen ytterligere. I en artikkel som tar utgangspunkt i Ernest rammeverk og andre artikler om oppfatninger, definerer Thompson (1992) forestillinger som mer generelle kognitive strukturer som omfatter oppfatninger, meninger, begreper, læresetninger, regler, mentale bilder og preferanser. Det er verdt å bemerke at i Thompson sin definisjon blir oppfatninger sett på som en underdimensjon av forestillinger, i motsetning til Ernest sin beskrivelse av begrepene. De ulike forklaringene av begrepene er med på å understreke de vage skillene mellom begrepene i litteraturen. I fraværet av en nærmere forklaring i Ernest sine artikler på forskjeller eller likheter i innholdet i begrepene oppfatninger og forestillinger, tolker jeg det dit hen at Ernest ikke tillegger disse to begrepene nevneverdig ulikt innhold. Beswick (2005), som har utviklet en modell for oppfatninger med utgangspunkt i Ernest rammeverk, bruker ikke oppfatning og forestillinger om hverandre, men konsekvent oppfatninger.

Det har blitt stilt spørsmål til viktigheten av å skille disse begrepene, da det vil være mer naturlig å referere til det ene begrepet framfor det andre avhengig av konteksten (Thompson, 1992, s. 130). Jeg vil likevel anse det som hensiktsmessig å definere forskjellen mellom begrepene oppfatninger og forestillinger for å få en så presis begrepsavklaring som mulig. Derfor benyttes Thompson sin definisjon av forestillinger. Jeg vil hevde at definisjonen samsvarer best med min forståelse av begrepet og blir derfor min valgte definisjon av oppfatninger.

2.3 Oppfatning av matematikk

Oppfatninger av matematikk kan deles inn i tre kategorier; oppfatninger av matematikkens natur, læring i matematikk og undervisning i matematikk (Ernest, 1989a). I modellen «Relasjoner mellom oppfatninger», som er illustrert på neste side, har tre ulike undervisningsstiler blitt beskrevet ut fra Ernest (1989a) sine tre kategorier. De tre kategoriene av oppfatningene som er på samme rad skal beskrive én undervisningsstil. Oppfatningene på samme rad er relatert til hverandre og regnet som teoretisk konsistente med hverandre (Beswick, 2005, s. 40). Når jeg omtaler en undervisningsstil, eller en lærerstudents oppfatning tilknyttet en undervisningsstil, i denne masteroppgaven så bruker jeg begrepene som går under matematikkens natur som fellesbetegnelse. Siden oppfatningene på hver rad er teoretisk konsistente med hverandre, så vil en instrumentell, platonsk eller problemløsende oppfatning også omfatte de andre oppfatningene på samme rad.

I denne oppgaven skal jeg undersøke i hvilken grad respondentens besvarelse er rettet mot en problemløsningsorientert oppfatning av matematikk. En problemløsningsorientert oppfatning av matematikk vil derfor også innebære «elevfokus med vekt på sosiale interaksjoner» og «autonom utforskning av egen interesse». Det er likevel ikke slik at en lærer må tilhøre én av undervisningsstilene, da en lærers oppfatninger kan ha trekk fra flere undervisningsstiler (Beswick, 2012, s. 129).

Tabell 1 Relasjoner mellom oppfatninger. Oversatt fra Beswick (2005) s.40

Oppfatninger av matematikkens natur (Ernest, 1989b)	**Oppfatninger av undervisning i matematikk (Van Zoest et al., 1994)**	**Oppfatninger av læring i matematikk (Ernest, 1989b)**
Instrumentell	Innholdsfokus med vekt på prestasjon	Ferdighetsmestring, passiv mottakelse av kunnskap
Platonsk	Innholdsfokus med vekt på forståelse	Aktiv konstruksjon av forståelse
Problemløsende	Elevfokus med vekt på sosiale interaksjoner	Autonom utforskning av egen interesse

2.3.1 Oppfatning av matematikkens natur

Oppfatninger av matematikkens natur omhandler synet på matematikk som helhet. Det omfatter blant annet det filosofiske synet på matematikk. Lærerstudentens oppfatning av matematikkens natur gjenspeiler seg i lærerstudentens oppfatning av læring og undervisning i matematikk. Lærerstudentens oppfatning av matematikkens natur vil dermed være med å påvirke sin egen praksis (Ernest, 1989a). Individets filosofiske syn trenger ikke å være eksplisitt, da lærerstudentens oppfatning av matematikkens natur kan være holdt implisitt. Lærerstudentens syn trenger heller ikke å tilhøre en spesifikk retning, da det er mulig å kombinere elementer fra ulike retninger. Det finnes en rekke ulike variasjoner i læreres filosofiske oppfatninger, men det er tre retninger som presenteres i Ernest (1989a) rammeverk. Med utgangspunkt i empiriske funn fra læreres praksis og de filosofiske retningenes signifikans i matematikkens filosofi har tre retninger blitt skilt ut (Ernest, 1989b). Retningene er «*instrumentell*», «*platonsk*» og «*problemløsende*».

De filosofiske retningene, som kognitive oppfatningssystemer, kan rangeres hierarkisk etter matematikkdidaktisk ønskelighet. Det instrumentelle synet, også kjent som dualistisk absolutisme (Ernest, 1991, s. 114), er rangert dårligst. Der ses matematikk på som en samling av sanne fakta, korrekte metoder og regler som er separerte fra hverandre. Med et instrumentelt syn vil matematikk være absolutt sannhet som handler om rett og galt (Ernest, 1991, s. 117). Matematikk vil fungere som et verktøy som skal gi elevene riktig svar. Lærerens rolle vil være en instruktør som overfører korrekte definisjoner, algoritmer og regler til elevene, der det ikke trengs å fokusere på elevenes forståelse.

Det neste nivået er det platonske synet, som har likhetstrekk til progressiv absolutisme (Ernest, 1991, s. 29). På lik linje med det instrumentelle synet, så vil matematikk være statisk og objektiv sannhet. I motsetning vil matematikken bestå av sammenkoblede strukturer, der det skal fokuseres på forståelse. Matematiske objekter er abstrakte enheter utenfor tid og rom, og eksisterer uavhengig av oss (Brown, 2008, s. 13). Matematikk er derfor noe mennesket har gjenoppdaget og ikke oppfunnet. Lærerens rolle vil være å forklare for å fremme elevenes helhetlige forståelse av matematikk.

Det øverste nivået er det problemløsende synet, som går under det fallibalistiske synet på matematikk (Ernest, 1992). Her vil matematikk være et dynamisk og problemorientert felt som stadig utvikler seg (Ernest, 1989b). Det problemløsende synet tar høyde for både kulturelle og sosiale aspekter ved matematikk, da matematikken ses på som et resultat av sosiale prosesser. Matematikken vil også være feilbarlig og må ses i et historisk perspektiv. Lærerens rolle vil være å tilrettelegge for mest mulig selvstendig problemløsning hos elevene.

2.3.2 Oppfatning av undervisning

Lærerens oppfatning av læring og undervisning i matematikk har påvirkning på lærerens undervisningspraksis i matematikk (Ernest, 1989a). Lærerens oppfatning av undervisning handler om typen og utvalg handlinger knyttet til undervisning og klasseromsaktiviteter som støtter opp om lærerens personlige tilnærming til undervisning i matematikk. Det inkluderer mentale bilder av typisk undervisning og læringsaktiviteter, samt underliggende prinsipper om undervisning (Ernest, 1989a).

Oppfatninger av undervisning i matematikk deles inn tre kategorier av Van Zoest et al. (1994). Disse tre kategoriene skal dekke lærerstudenters oppfatninger av undervisning i matematikk, med et sosialt konstruktivistisk syn på den ene ytterenden (elevfokus med vekt på sosiale interaksjoner) og et prestasjonsorientert syn på den andre (innholdsfokus med vekt på prestasjoner). Midt mellom disse kategoriene er kategorien «innholdsfokus med vekt på forståelse». Oppfatninger om at undervisning skal være kreativt og utforskende, der elevenes kunnskap skal være meningsfull, basert på forståelse og sammenhengende vil komme under kategorien «elevfokus med vekt på sosiale interaksjoner». Er oppfatningene under kategorien «innholdsfokus med vekt på prestasjoner» skal undervisningen ha et smalt fokus og basere seg på instrumentelle og basisferdigheter, der elevene skal huske fakta og mestre spesifikke ferdigheter.

2.3.3 Oppfatning av læring

Oppfatninger av læring i matematikk ble opprinnelig delt inn i fire kategorier av Ernest (1989b). Senere har kategoriseringen tilpasset ned til tre kategorier av Beswick (2005). Lærerstudentens oppfatning av læring i matematikk omfatter studentens syn på prosessene i det å lære matematikk, hvilken atferd og mentale aktiviteter som er involvert hos den lærende og hva som utgjør hensiktsmessige og typiske læringsaktiviteter. Ernest peker på to aspekter som sentrale i lærerstudentens oppfatning av læring i matematikk. I hvilken grad lærerstudenten ser på læring som aktiv konstruksjon og i hvilken grad læringen fremmer utvikling av autonomi. Hvordan lærerstudenten potensielt kan oppfatte disse to aspektene danner derfor grunnlaget for de tre kategoriene. I kategorien «Ferdighetsmestring, passiv mottakelse av kunnskap» blir eleven sett på som underdanig og ettergivende der elevens læring mottas passivt. I «Aktiv konstruksjon av forståelse» er fokuset på aktiv konstruksjon og i «Autonom utforskning av egen interesse» er det fokus på både aktiv konstruksjon og autonomi.

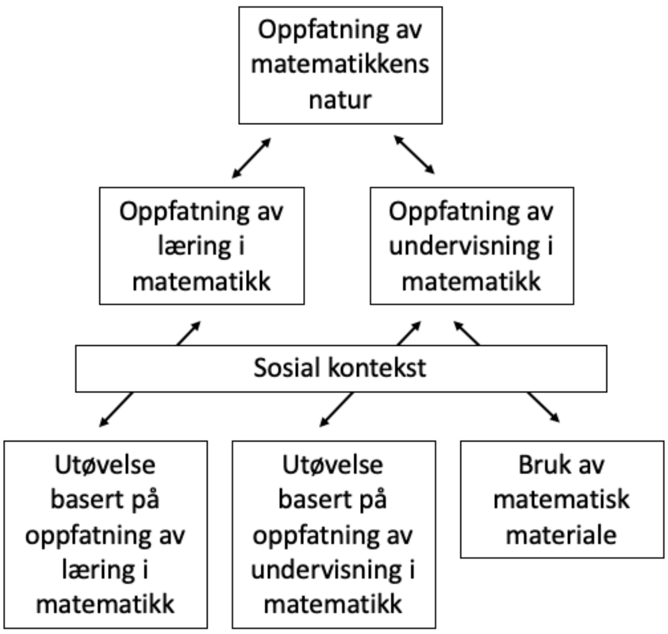
2.4 Oppfatninger og praksis

Oppfatninger kan tjene ulike funksjoner og roller knyttet til lærernes kunnskap og praksis. Oppfatninger kan blant annet brukes til å:

1. Filtrere og tolke informasjon
2. Utforme problemer og oppgaver
3. Guide elever underveis i undervisning

(Buehl & Beck, 2015, s. 67).

Det er likevel ikke slik at det er en direkte link mellom oppfatninger og praksis. Relasjonen mellom en lærers oppfatning av matematikk og dens praksis er kompleks. I tidligere forskning innenfor forskningsfeltet for oppfatninger var det nærmest en antakelse om at læreres praksis kunne forklares ut ifra hvilke oppfatninger læreren hadde (Skott, 2009, s. 28). Denne antakelsen om en direkte sammenheng mellom læreres oppfatninger og praksis har blitt kritisert i nyere tid (Skott, 2009; 2015). Lærerens praksis er mer kompleks enn som så. Det har blitt utført en rekke forskningsprosjekter med fokus på å finne relasjonen mellom oppfatninger og praksis. Problemet er at det er en inkonsistens mellom funnene, da forskerne konkluderer ulikt (Philipp, 2007, s. 272). Konteksten læreren praktiserer i har blitt undervurdert som en av faktorene bak lærerens praksis. I dag fokuseres det mer på at oppfatninger er kontekstavhengige (Beswick, 2005, s. 41). Ernest (1989b) sin modell viser hvordan oppfatninger potensielt henger sammen med praksis. Oppfatningen av matematikkens natur fungerer som en basis for oppfatningene av læring og undervisning i matematikk. Selv om det ikke er en direkte link mellom «Oppfatning av læring i matematikk» og «Oppfatning av undervisning i matematikk», så knyttes de sammen gjennom «Oppfatning av matematikkens natur». På denne måten knyttes de tre kategoriene sammen. Mellom oppfatningene og praksis ligger den sosiale konteksten. Den sosiale konteksten vil derfor avgjøre hvordan lærerens oppfatning av matematikk vil utøves i praksis.



Figur 2 Sammenheng mellom oppfatniger og praksis. Oversatt fra Ernest (1989b, s. 252)

2.5 Oppfatningssystemer

For å gi et tydeligere bilde på hvordan oppfatninger er strukturert og forholder seg til hverandre brukes begrepet oppfatningssystemer (belief systems). Begrepet oppfatningssystemer er en metafor for utforskning og beskrivelser av hvordan et individs oppfatninger er organisert (Thompson, 1992, s. 130). Oppfatningssystemer er et konstruert begrep og kan betraktes, med tanke på struktur, som en kognitiv struktur i et spesifikt domene. Individets oppfatningssystemer er dynamiske, under stadig endring og restruktureres kontinuerlig når individet evaluerer sine erfaringer opp mot sine oppfatninger.

For å beskrive hva oppfatningssystemer innebære, så er det tre aspekter ved oppfatningssystemer som er viktig (Green (1971) i Thompson, 1992, s. 132). De tre aspektene ved oppfatningssystemer har til felles at de tar utgangspunkt i at ingen oppfatninger er isolerte. Aspektene er uavhengige av oppfatningenes innhold og omhandler oppfatningenes relasjoner til hverandre innad i et oppfatningssystem. Det første aspektet handler om at noen oppfatninger, primæroppfatninger, fungerer som grunnlag for andre oppfatninger (utledede oppfatninger). Et eksempel på en primæroppfatning kan være at en lærer oppfatter problemløsning som viktig i matematikkundervisning. En utledet oppfatning av at problemløsning er viktig kan være at åpne oppgaver er viktig i matematikkundervisning. Det andre aspektet omhandler hvor sterkt et individ holder på en oppfatning. Oppfatninger som holdes sterkt kalles sentrale oppfatninger, mens oppfatninger som holdes svakere kalles perifere oppfatninger. Det påpekes av Green at det ikke nødvendigvis er slik at primæroppfatninger trenger å være mer sentrale enn utledede oppfatninger til en lærer. Det tredje aspektet handler om at oppfatninger blir holdt i klaser (clusters), der klasene med oppfatninger er tilnærmet isolerte fra hverandre. Ved at oppfatninger hoper seg opp i klaser medfører det at individer kan inneha motstridende eller inkonsistente oppfatninger fra et objektivt standpunkt, da oppfatningene kan være isolerte fra hverandre. Med mer eller mindre isolasjon mellom ulike klaser unngår individet uoverensstemmelser mellom oppfatningssystemene (Thompson, 1992, s. 130).

Før lærerstudenter starter på sin utdanning har de allerede utviklet sine egne oppfatninger av matematikk, læring og undervisning (Feiman-Nemser et al., 1987, s. 1). Liljedahl (2005) hevder disse oppfatningene er relativt stabile og holdes sterkt av individet og de vil derfor være utfordrende å endre. Oppfatningene lærerstudentene innehar ved studiestart kan være varierte. En av målene med lærerutdanning er å forme lærerstudentenes oppfatninger i ønsket didaktisk og pedagogisk retning, samtidig som de skal fjerne studentenes misoppfatninger. Studentenes oppfatninger har gjerne blitt konstruert ubevisst fra sine tidligere erfaringer som elev/lærende i matematikk. I en matematikkdidaktisk utdanning bør disse ubevisste oppfatningene bli utfordret gjennom undervisning og praksis i matematikkdidaktikk, slik at oppfatningene lærerstudentene innehar er av en bevisst matematikkdidaktisk forankring (Green (1971) i Thompson, 1992, s. 130).

2.6 Endring av oppfatninger

Det har tidligere blitt forsket på endring av lærerstudenters oppfatninger. En vanlig metode har vært å la lærerstudentene ta fag innen matematikk og matematikkdidaktikk, og gjerne med et konstruktivistisk læringssyn (Liljedahl, 2005). Fra et teoretisk perspektiv, viser Liljedahl (2005) til at forskning på lærerstudenter som lærende tjener to hensikter. For det første så får lærerstudentene innsyn i matematikkdidaktikkens og pedagogikkens idéer og prinsipper. For det andre så har slik undervisning vært effektivt i å fremme lærerstudentenes konstruksjon av ny kunnskap, nye idéer og nye oppfatninger.

Det er tre typer erfaringer som nevnes i litteraturen når det kommer til opphavet til lærerens oppfatninger av matematikk (Richardson, 1996). Opphavet til læreres oppfatninger kan komme av personlige erfaringer, erfaringer med skolegang og undervisning og erfaringer med formell kunnskap. I en lærerutdanning fokuseres det gjerne på de to siste; erfaringer med skolegang og undervisning og erfaringer med formell kunnskap. Oppfatningene lærerstudentene innehar ved starten på lærerutdanningen har i stor grad blitt formet gjennom lærerstudentenes rolle som elev. Det kan medføre at studentens oppfatninger av læring og undervisning bærer preg av lite nyanser og en undervurdering av kompleksiteten i læring og undervisning. Det spekuleres i at misforholdet mellom studentenes oppfatninger av matematikk, som de har forholdt seg til i mange år, og den nye matematikkdidaktikken de må forholde seg til gjør det vanskelig for å studentene å endre oppfatning på kort tid (Richardson, 2003, s.6). Det er gjennomført flere longitudinelle undersøkelser som har sett på lærerstudenters oppfatninger av matematikk før og etter matematikkdidaktiske fag, både kvalitative og kvantitative, med fokus på om oppfatningene blir mer problemløsningsorienterte (Beswick & Dole, 2001; Aldridge & Bobis, 2001; Wilkins & Brand, 2004). Disse studiene konkluderte med at matematikkdidaktiske fag gjorde lærerstudentenes oppfatninger av matematikk mer problemløsningsorienterte.

For at endring av en oppfatning skal skje, må individet gi slipp på den gamle oppfatningen for at en ny og ukjent oppfatning skal ta over, noe som kan gjøre prosessen utfordrende for individet (Grootenboer, 2008, s. 481). Noe av årsaken til utfordringene knyttet til å kartlegge prosessene bak endringer av oppfatninger kommer av oppfatningers komplekse natur. For å belyse utfordringer knyttet til endring av oppfatninger, kan man sammenligne oppfatninger med kunnskap. Kunnskap og oppfatninger har flere fellestrekk, men når det kommer til tilegnelse og endring, er de ulike. Pajares (1992) viser til Nespor (1987) sin forklaring for noen av forskjellene. For det første så trenger ikke individuelle oppfatninger konsensus fra omverden, da oppfatninger er uavhengig om noe er vitenskapelig akseptert eller ikke. En individuell oppfatning trenger heller ikke konsistens mellom seg og de andre oppfatningene i individets oppfatningssystem, da et individs oppfatninger kan være motstridende (Pajares, 1992, s. 311). Ved at oppfatninger ikke trenger noen vitenskapelige bevis skiller de seg fra kunnskap. Et individs kognitive kunnskapssystemer er mer åpne for evaluering og kritisk undersøkelse enn oppfatningssystemer. På grunn av oppfatningssystemers uavhengige relasjon til vitenskap, så er ikke logikk og vitenskapelige bevis nødvendigvis nok til å endre et individs oppfatning (Pajares, 1992, s. 311). Det indikerer at endring av oppfatninger ikke nødvendigvis oppstår ved at et individ blir presentert for en mer ønskelig oppfatning (Grootenboer, 2008, s.481).

Prosessen bak endringen av læreres og lærerstudenters oppfatninger er ikke enkel å forstå seg på. Forskningsfeltet for læreres oppfatninger har ikke kommet til enighet om hvordan prosessen bak endring av oppfatninger foregår. Enkelte forskere argumenterer for at oppfatninger endres over tid, mens majoriteten hevder at endring av oppfatninger endres tilsvarende et «gestalt shift» (brå endring av persepsjon). Hva som er riktig og ikke er ikke relevant for oppgavens ulike forskningsspørsmål. Det som er viktig er det som er felles for dem begge. Det som er felles for begge retninger er at individet må vurdere sine erfaringer og uklarheter tilknyttet praksis, fordi endring av oppfatninger krever at individet må evaluere situasjonene som førte til at oppfatningen oppsto og i tillegg skape nye erfaringer hvor den ønskede oppfatningen kan være vellykket. Det innebærer at både erfaringer, praksis, følelser og tanker må være med i prosessen for at en oppfatning skal endres (Grootenboer, 2008, s.481).

2.7 Norske lærerstudenters oppfatning av matematikk

På grunn av manglende norsk kvantitativ forskning på lærerstudenters oppfatninger av matematikk med et større utvalg, så vil forskningsprosjektet «Lærerstudenters erfaringer med – og holdninger til – matematikkfaget» av Smestad, Eriksen, Martinussen og Tellefsen (2011) være det mest relevante for min masteroppgave. Holdninger og oppfatninger har fellestrekk som nevnt tidligere i teorikapittelet, og særlig to funn fra forskningen til Smestad et al. (2011) kan knyttes opp mot måleinstrumentet som benyttes i denne oppgaven. Funnene deres viste at det var forskjeller mellom studentene på 1-7 og 5-10 når det gjaldt studentenes holdninger til og erfaringer med matematikkfaget. Studien viste også at det tradisjonelle synet på matematikk sto sterkt hos studentene (Smestad et al., 2011). Hva forfatterne legger i uttrykket «tradisjonelt syn på matematikk» utdypes i liten grad, og ut ifra det de skriver kan det tolkes som at å ha et tradisjonelt syn innebærer å ha en instrumentell oppfatning av matematikk.

3 Måling

I dette kapittelet vil jeg presentere generelle aspekter knyttet til måling før jeg går mer i dybden av moderne testteori og Rasch-modellen. Dette kapittelet skal legge grunnlaget for videre analyser i denne masteroppgaven.

3.1 Målinger av den fysiske verden og psykometriske mål

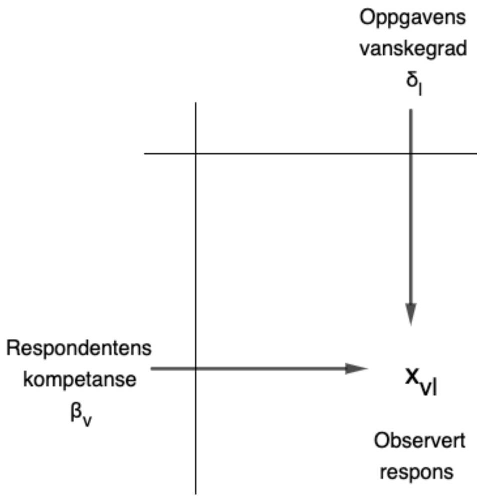
Målinger av den fysiske verden har en stor plass i menneskers hverdag og spesielt i matematikkfaget. Vekt, lengde, mengde, vinkler, hastighet og temperatur er noen av målingene som kan gjøres av fysiske objekter eller fenomener. Disse målingene er veletablerte og gir oss mennesker informasjon om verden rundt oss. Målinger gjennomføres også i andre enn fysiske sammenhenger. I skolen er det tradisjon for å måle i psyko-sosiale kontekster, som for eksempel måling av elevers prestasjoner i form av karakterer og poengsummer. Målinger i en psyko-sosial kontekst er ofte ikke like veletablerte som målinger av den fysiske verden, da målingene måles indirekte (Wu & Adams, 2007, s.4). Målingen baseres på observerbare indikatorer på det som skal måles. En kan bruke en elevs karakterer som et psyko-sosialt mål, da karakterer skal være et mål på elevenes kompetanse. Det å måle en elevs kompetanse lar seg ikke gjøre direkte. En del av lærerens jobb er å innhente informasjon om elevens faglige prestasjoner som vil være en indikator på elevens kompetanse. Gjennomføring av prøver har tradisjonelt sett vært en vanlig praksis i skolen for å samle inn informasjon om elevens kompetanse. Problemet med prøver er at de som regel bare fanger opp en liten del av elevens kompetanseområde, da elevens kompetanse er kompleks. Måling som omhandler elevers karakterer eller andre psykologiske latente trekk omtales som *psykometrisk måling* (Wu & Adams, 2007, s.4). Måling av lærerstudenters oppfatninger er en psykometrisk måling og det fører til at man i rollen som forsker må klargjøre og definere omfanget av det psykologiske fenomenet som skal måles. I mitt forskningsprosjekt er det avgjørende å definere hva en oppfatning av matematikk innebærer og hva måleinstrumentet faktisk måler.

3.1.1 Klassisk og moderne testteori

Det å foreta en psykometrisk måling er en prosess. Det er ikke tilstrekkelig å kun samle inn data med et måleinstrument. Dataene som er samlet inn må også, på en eller annen måte, bearbeides. Hvordan dataene bearbeides er av betydning for i hvilken grad det psykometriske målet redegjør for den virkeligheten målet skal beskrive (Friborg, 2010, s. 15). Hvilken målemetode som skal brukes for å bearbeide data må derfor velges med omhu. Den psykometriske testteorien er omfattende og den skiller mellom klassisk testteori og moderne testteori. Klassisk testteori baserer seg på personer har en «sann score», en score uten målefeil. «Dessverre» for målingens del, så vil det alltid være være målefeil i psykometriske målinger da menneskers observasjoner er subjektive. I klassisk testteori er det derfor slik at en observert score kan forklares ut fra to latente komponenter, en sann score og en tilknyttet feilscore (Friborg, 2010, s. 20). Den klassiske testteorien var har vært og er fremdeles et sentralt verktøy i psykometrisk måling, men den har noen begrensninger. Som et resultat av at den klassiske testteorien begrensninger, kom den moderne testteorien på 1960-tallet med en løsning på noen av klassiske testteoriens problemer (Friborg, 2010, s. 20). En av den klassiske testteoriens svakheter er at den ikke skiller på spørsmåls vanskegrad i en analyse. Dette problemet lar seg illustrere med tradisjonelle matematikkprøver med regneoppgaver. I læreres vurderingsarbeid i skolen, har det vært vanlig praksis å måle elevers måloppnåelse ut ifra en score. La oss si at en lærer har gjennomført en matematikkprøve med ti regnestykker av ulik vanskegrad der svarene vurderes som enten riktig eller galt. Læreren vurderer et riktig svar som 1 poeng og et galt svar som 0. Problemet med denne målingspraksisen er at scoren elevene får er uavhengig av vanskegraden på regnestykkene de har fått til. I praksis betyr dette at en elev som har klart de åtte vanskeligste oppgavene vil få den samme scoren som en elev som har fått til de åtte enkleste, men ikke de to vanskeligste. Rasch-modellen, en moderne testteori, har en løsning på dette problemet. Rasch-modellen og andre modeller innen moderne testteori tar med spørsmålenes vanskegradsmål i beregningen av respondentenes score. I tillegg er moderne testteori uavhengig av kontekst. Det innebærer at respondentene er uavhengige av testen de tar, samtidig som at testene er uavhengige av respondentene (Hambleton, Swaminathan & Rogers, 1991, s.5).

3.2 Rasch-modellen

Det finnes en rekke ulike modeller innen moderne testteori. Jeg har valgt å bruke den enkleste og mest kjente modellen, Rasch-modellen (Araï, 2010, s.57). Rasch-modellen er et verktøy som kan brukes til å både vurdere og evaluere eksisterende måleinstrumenter og foreta psykometriske målinger. Utgangspunktet for Rasch-modellen er at respondentens kompetansenivå og oppgavens/spørsmålets vanskegradsnivå kan plasseres på en og samme endimensjonale variabel. Ut ifra de observerte responsene (x) beskriver Rasch-modellen både oppgavenes vanskegrad og respondentenes kompetanse, illustrert i Figur 3 for en konkret respons på en oppgave.

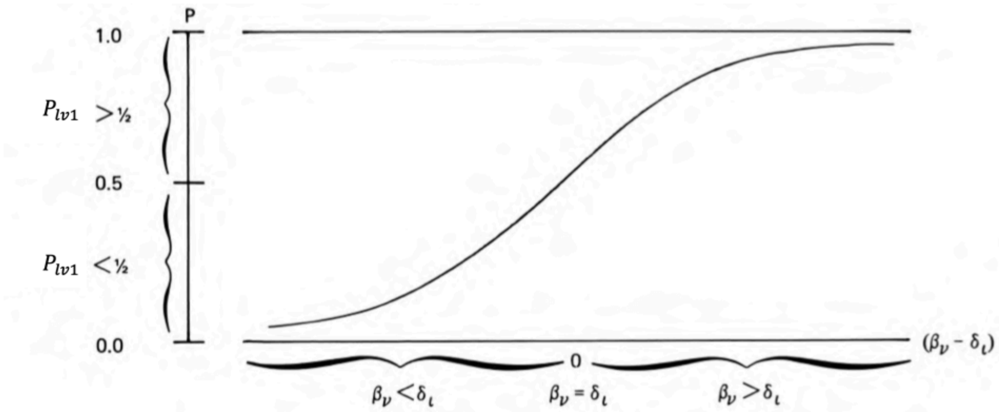


Figur 3 Observert respons. Adaptert fra (Stone & Wright, 1979, s. 11)

Som nevnt i forrige delkapittel, så skjelner Rasch-modellen mellom oppgaver ut ifra deres vanskegrad. Vanskegradsmålet δ i Rasch-modellen beskriver sannsynligheten det er for en respondent å svare «riktig» på en oppgave, sett i lys av respondentens kompetanse β. Det er derfor tre mulige utfall, enten så er respondents kompetanse lik, mindre eller større enn oppgavens vanskegradsmål. Sannsynligheten for at respondenten svarer «riktig» (P_{lv1}) kan beskrives slik:

$$1.\ (\beta_V - \delta_l) > 0 \ \rightarrow\ P_{lv1} > 0{,}5$$
$$2.\ (\beta_V - \delta_l) < 0 \ \rightarrow\ P_{lv1} < 0{,}5$$
$$3.\ (\beta_V - \delta_l) = 0 \ \rightarrow\ P_{lv1} = 0{,}5$$

Sannsynligheten for at respondenter svarer riktig kan også beskrives i en ICC (item characteristic curve). En ICC (Figur 4) viser sammenhengen mellom respondenters kompetanse og sannsynligheten de har til å svare riktig på en bestemt oppgave. I en ICC er det respondentenes kompetanse (β_v) som fungerer som variabel. I en annen sentral kurve i Rasch-modellen, PCC (person characteristic curve), er det oppgavens vanskegrad (δ_v) som er variabel. PCC har en identisk kurve til ICC, bortsett fra variabelen og at kurven viser én respondents svar på samtlige oppgaver i en test (Wright & Stone, 1979, s.12).



Figur 4 Adaptert responskurve (Wright & Stone, 1979, s. 14)

På grunn av det mangler en fullverdig oversettelse av det engelske begrepet item på norsk, så vil begrepet item/items bli brukt. Et item kan være enten en påstand, et spørsmål eller en oppgave.

3.2.1 Rasch-modellens matematiske egenskaper

Rasch-modellen og andre moderne testteorier baserer seg på karakteristikker til spørsmålene som måles. Siden Rasch-modellen kun ser på én karakteristikk ved hvert spørsmål, vanskegradsmålet, så er Rasch-modellen en enparametermodell (Araï, 2010, s.58). Rasch-modellen finnes i flere varianter. Hvilken modell som benyttes avhenger blant annet av om variabelen som måles er dikotom. I kontekster der en besvarelse enten er riktig eller feil, vil en dikotom Rasch-modell benyttes. Den dikotome Rasch-modellen kan uttrykkes matematisk, der P_{lv1} er sannsynligheten for at person v scorer 1 (riktig) på item l og P_{lvo} er sannsynligheten for at person v scorer 0 (galt) på item l. β_v vil være evnen (i Rasch-modellen) til person v og δ_l vil være vanskegradsmål til item l. Uttrykket er hentet fra Masters og Wright (1997) og kan skrives slik:

$$\frac{P_{lv1}}{P_{lv0} + P_{lv1}} = \frac{\exp(\beta_v - \delta_l)}{1 + \exp(\beta_v - \delta_l)}$$

I måleinstrumenter med Likert-skala eller tester der besvarelser kan ha ulik grad av oppnåelse vil ikke den dikotome Rasch-modellen kunne brukes. Den dikotome modellen kan ikke behandle data som har flere svaralternativer enn «riktig» og «galt». For å behandle data med flere enn to alternativer trengs en «polytom Rasch-modell» (PRM). Det brukes to varianter av PRM, der de to variantene har noe ulike bruksområder. «Rating scale model» (RSM) er egnet for tilfeller der måleinstrumentet har en konstant avstand mellom svaralternativene på tvers av påstandene (Andrich, 1978, s. 561). «Partial credit model» (PCM) er egnet for tilfeller der måleinstrumentet ikke har konstante avstander mellom svaralternativene på tvers av påstandene. I denne masteroppgaven brukes et måleinstrument som består av en Likert-skala med fire svaralternativer (1-4). Siden avstanden mellom svaralternativene i måleinstrumentet mitt er tiltenkt å være konstant og dermed uavhengige av påstandene, så vil RSM brukes (Linacre, 2000). RSM kan uttrykkes matematisk, der P_{lvx} er sannsynligheten for at person v scorer x på item l. Til forskjell fra uttrykket til den dikotome modellen, så er parameteren τ_k for terskelverdien mellom svaralternativer med RSM. Uttrykket blir seende slik ut (Grigg & Manderson, 2016, s. 5):

$$P_{lvx} = \frac{exp \sum_{k=0}^{x} [\beta_v - (\delta_l + \tau_k)]}{\sum_{h=0}^{m_v} exp \sum_{k=0}^{x} [\beta_v - (\delta_l + \tau_k)]}, \qquad x = 1, 2, \ . \ . \ . \ , m$$

3.2.2 Variabelkart

En av styrkene Rasch-modellen har er knyttet til tolkningsvaliditet (utdypet i 4.3.1). Variabelkartet (Wright map) er en grafisk framstilling av respondentenes score og påstandenes vanskegradsmål langs en og samme «logit»-skala. Logit, eller «log odds unit» (Wu & Adams, 2007, s.29), er måleenheten for både respondentenes score og påstandenes vanskegradsmål. Variabelkartet gir leseren en god oversikt over spredningen av både respondentenes score og påstandenes vanskegradsmål. Samtidig kan respondentenes score og påstandenes vanskegradsmål kan ses i lys i hverandre, noe som er godt verktøy til validering av responsiviteten (utdypet i 4.3.1). V til måleinstrumentet. Jo bedre en respondent har svart på måleinstrumentet, jo høyere vil respondenten være i variabelkartet. Plassering av påstandene avgjøres av vanskegraden. Jo vanskeligere påstand, jo høyere er påstanden på variabelkartet. Respondentene som befinner seg under en påstand i variabelkartet vil ha mindre enn 50 % sannsynlighet til å lykkes med den gitte påstanden. Respondentene som befinner seg over den gitte påstanden vil ha mer enn 50 % mulighet til å lykkes med påstanden (Linacre, 2018, s. 300).

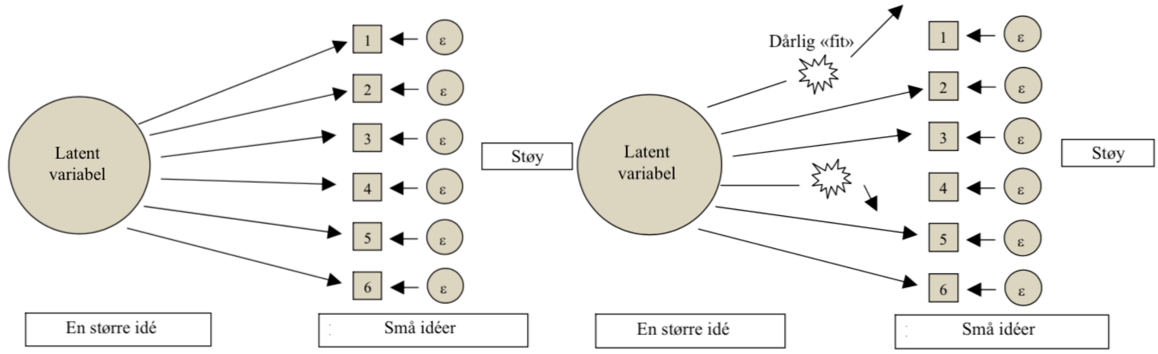
3.2.3 Endimensjonalitet

Endimensjonalitet er et premiss for Rasch-modellen (Bond & Fox, 2015, s. 265). Selv om Rasch-modellen måler psykometriske variabler, vil jeg bruke en analogi om Galileos måling av temperatur, en fysisk variabel, for å illustrere viktigheten av endimensjonalitet i Rasch-modellen. Galileo hadde utviklet en form for termometer for å måle temperatur. Dette termometeret var åpent for atmosfærisk trykk, noe som medførte at resultatet termometeret ble påvirket av ulikt trykk. Galileos termometer var dermed ikke endimensjonalt, da resultatet var avhengig av både temperatur og trykk (Bond & Fox, 2015, s. 40). På samme vis er det med data som skal brukes i Rasch-modellen, der spørsmålene i en prøve eller spørreskjema må være endimensjonale. Det vil eksempelvis være lite hensiktsmessig å måle et individs kompetanse innen et spesifikt matematisk tema og individets oppfatninger om norsk litteratur på en og samme variabel. Wright og Stone (1979) illustrerer den psykometriske variabelen som skal måles i Rasch-modellen som en rett linje, der respondentenes mål skal kunne plasseres på linjen. For å imøtekomme Rasch-modellens prinsipper om endimensjonalitet må påstandene som skal brukes i et måleinstrument analyseres for å teste om deres egnethet for Rasch-modellen.

3.2.4 Fit

En forutsetning for Rasch-modellen er at både påstander og respondenter er tilpasset modellen. I moderne testteori omtales god/dårlig tilpasning til en modell som «god/dårlig fit». Om deler av datamaterialet har dårlig fit til Rasch-modellen innebærer det at delen av datamateriale med dårlig fit ikke vil bidra til bedre målingsegenskapene til datamaterialet (Wu & Adams, 2007, s. 74). Om det er andre faktorer enn påstandenes vanskegradsmål og respondentenes kompetanse som avgjør sannsynligheten for at respondentene svarer slik de gjør, så bryter det med premissene for Rasch-modellen. Dette er spesielt for Rasch-modellen, for i «Item response theory» (IRT) er det omvendt. I IRT fokuseres det på at modellen skal passe datamaterialet. Forskjellen kan virke som en ubetydelig språklig vri, men den har noen konsekvenser for hvordan dårlig tilpasning (fit) til modellen håndteres. I Rasch-modellen må datamaterialet «fikses», mens i IRT er det modellen som må «fikses» (Kaspersen, 2018, s.62). Konsekvensen av dårlig fit til Rasch-modellen innebærer derfor justeringer av respondenter og påstander i datamaterialet.

I min masteroppgave har det blitt utviklet et måleinstrument. I modellene under illustreres det hvordan et måleinstrument kan se ut ved datainnsamling og hvordan påstandene må justeres i etterkant for å tilpasses Rasch-modellen. De små idéene illustrerer påstandene som skal utgjøre konstruktet (en større idé). Er støyen for stor må påstanden fjernes.



Figur 5 Fit i Rasch-modellen. Tilpasset fra Wu og Adams (2007), s. 19-21.

For å måle fit brukes infit MNSQ, infit ZSTD, outfit MNSQ og outfit ZSTD. De fire ulike fit-verdiene er designet for å fange opp ulike brudd på Rasch-modellen (Wu & Adams, 2007, s. 74). Det er derfor viktig å ikke overse de ulike fit-verdiene, selv om man kan fokusere på enkelte av dem. MNSQ er det gjennomsnittlige kvadratavviket mellom den forventede responsen og den faktiske responsen i Rasch-modellen. ZSTD er en standardisert t-test. Med andre ord er ZSTD en signifikanstest som ser på «hvor uventede er disse dataene hvis dataene passer Rasch-modellen perfekt?» (Linacre, 2018, s. 198). Forskjellen mellom outfit og infit handler om hvor langt en respons som betegnes som en misfit (respons som ikke passer Rasch-modellen) ligger fra den forventede responsen. Outfit er sensitiv for responser som er sterkt avvikende fra den forventede responsen. I testsammenhenger kan slike responser eksempelvis være juks eller flaks. Infit er sensitiv for responser som ligger nært den forventede responsen. Ved bruk en skala for analyse av datamateriale er de anbefalte føringene at MNSQ skal ligge mellom 0.6 og 1.4 og at ZSTD skal ligge mellom -2 og 2 (Linacre, 2002).

3.2.5 Invarians

Invarians et annet krav for Rasch-modellen. Basert på det filosofiske og teoretiske rammeverket til Rasch-modellen er det utarbeidet fem krav for invariant måling (Engelhard, 2013, s. 14).

1. Målingen av personer må være uavhengig av items som blir brukt til målingen.
2. En mer kompetent person må alltid ha bedre sannsynlighet for suksess på et item enn en mindre kompetent person.
3. Kalibreringen av items må være uavhengig av personene som har blitt brukt for kalibreringen.

4. Uansett person må ha større sannsynlighet for suksess på et enkelt item enn på et vanskelig item.
5. Items og personer må samtidig være lokalisert på en dimensjonal latent variabel, som i et variabelkart.

Ut ifra de fem kravene, så er det flere aspekter ved Rasch-modellen en må forholde seg til for å vurdere invariansen til et måleinstrument. Men tanke på krav 2 og 4, så er invarians sterkt knyttet til at oppgavenes vanskegradsmål skal oppleves likt av respondenter, uavhengig av bakgrunnsvariabler som eksempelvis alder, kjønn og nasjonalitet. Det betyr at det skal være respondentens kompetanse og oppgavens vanskegradsmål som avgjør om respondentens lykkes med oppgaven eller, ikke om respondenten er kvinne eller mann. Invarians er direkte knyttet til måleinstrumentets endimensjonalitet (Bond & Fox, 2015, s. 84) og analogien om Galileos termometer kan også brukes om invarians, fra et litt annet aspekt. Et termometer må kunne måle temperatur uavhengig av omgivelsene. Galileos termometer, som lot seg påvirke av trykk, viste ikke alltid riktig temperatur på grunn trykkforskjellene. Dagens termometere er derimot invariante og viser mer eller mindre 100° C hvis temperaturen er 100 °C. Psykometrisk måling er naturlig nok mer komplisert enn fysiske målinger, men analogien om termometeret beskriver et sitat som brukes av psykometrikere: *«Du kan ikke måle endring med et instrument som endrer seg»* (Bond & Fox, 2015, s. 83). Hvis krav 2 og 4 er innfridd tyder det ofte på at instrumentet er invariant. For å teste invariansen brukes derfor «Differential Item Functioning» (DIF), et mål som viser i hvilken grad påstander blir besvart likt av respondenter med samme kompetanse (i Rasch-sammenheng). Ved å kjøre Rasch-Welch-metoden i Winsteps, en logistisk regresjons t-test, så blir et DIF-mål for hver gruppe på hver påstand estimert (Linacre, 2018, s. 543).

4 Metode

For å danne et helhetsbilde av lærerstudenters oppfatning av matematikk i ulike deler av studieløpet har jeg samlet kvantitative data basert på et spørreskjema. Arbeidet med utviklingen av måleinstrumentet har vært omfattende og prosessen med å utvikle måleinstrumentet får derfor mye plass i denne metodedelen. Innledende i dette kapittelet blir valg av metode begrunnet. Deretter vil ulike aspekter knyttet til utvikling av spørreskjema og metode presenteres for å kunne belyse og vurdere den metodiske prosessen i det påfølgende underkapittelet 4.4 «utvikling av spørreskjemaet». Så vil utvalget og gjennomføringen presenteres og begrunnes før aspekter knyttet til valideringen av måleinstrumentet og respondentene presenteres. Til slutt belyses oppgaven fra et etisk perspektiv.

4.1 Metodevalg

Hensikten med denne studien var å se på generelle tendenser blant lærerstudenters oppfatninger av matematikk. Jeg samlet derfor inn kvantitative data fra et stort utvalg av lærerstudenter med et spørreskjema og analyserte datamaterialet med en Rasch-modell. Det å måle lærerstudenters oppfatninger av matematikk er en psykometrisk måling, og dermed kan det kun observeres gjennom indirekte metoder. En utfordring man må ta stilling til når man studerer psykometriske målinger er hvorvidt målemetoden redegjør for den virkeligheten begrepet skal beskrive (Friborg, 2010, s. 17). Valg av analysemetode må derfor vurderes opp mot virkeligheten begrepet skal beskrive. Ved måling av lærerstudenters oppfatninger eller andre psykometriske kvantitative mål forøvrig, brukes som regel enten klassisk testteori eller moderne testteori. I denne oppgaven valgte jeg som sagt å bruke Rasch-modellen, en moderne testteori.

Tradisjonelt sett har det vært en utbredt praksis i forskning på oppfatninger av matematikk å samle inn kvantitative data med spørreskjema. I de siste tiårene har det vært en utvikling innen forskning på læreres oppfatninger av matematikk, der fokuset har i større grad flyttet seg over på sammenhengen mellom uttrykte oppfatninger og praksis. Selv om fokuset har flyttet seg, er det fremdeles nyttig å se på større kvantitative data om oppfatninger. Ved å samle inn en større mengde data fra lærerstudenter og dataingeniørstudenter, kunne tallmaterialet vise generelle tendenser blant studentene på tvers av årstrinn, kjønn, studieprogram, alder og tidligere matematikkfag fra videregående skole. Denne masterstudien hadde ikke til å hensikt å bevise kausale sammenhenger mellom oppfatninger og praksis. men å belyse mulige sammenhenger mellom oppfatninger og bakgrunnsvariabler.

4.2 Variabelen for problemløsningsorientert matematikk

I Rasch-modellen utledes en score for hver respondent. Denne scoren skal indikere på i hvilken grad respondentens besvarelse er rettet mot en problemløsningsorientert oppfatning av matematikk med utgangpunkt i Beswick (2005) sin modell for relasjoner mellom oppfatninger (Tabell 1). Jo høyere score, jo mer problemløsningsorientert er oppfatningene. Majoriteten av spørsmålene i måleinstrumentet er til stede for å skille studentene mellom de tre undervisningsstilene instrumentell, platonsk og problemløsende. I tillegg ble det lagt til fem påstander med utgangspunkt i matematikktikkdidaktisk teori som ikke er knyttet til en spesiell undervisningsstil. Dette var mer generelle matematikkdidaktiske anbefalinger for god undervisning. Disse påstandene ble lagt til for å gi konstruktet «oppfatninger av matematikk» en større bredde og innhold. Påstandene var forenelige med både Ernest (1989a) sitt rammeverk og dets beskrivelse av problemløsende oppfatning av matematikk. Oversikt over påstandene er lagt til i vedlegg 2. På grunn av de ekstra påstandene så vil ikke nødvendigvis respondenter med lavere score ha en mer instrumentell oppfatning enn en respondent med høyere score. Måleinstrumentet var dem ingen skala med problemløsning på den ene siden og instrumentell på den andre. Høyere score vil kun indikere på at respondenten har en mer problemløsningsorientert oppfatning enn de med lavere score.

4.3 Aspekter ved utvikling av et måleinstrument

For mannen i gata er det en vanlig oppfatning at det er relativt enkelt å utvikle et spørreskjema (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2011, s. 260). Slik er det ikke. Hva som må til for at data fra spørreskjemaer skal være reliabelt og troverdig er komplekst. I dette kapitlet skal jeg ta for meg deler av prosessen med å utvikle måleinstrumentet som ble brukt til innsamling av data for å underbygge masterstudiens validitet og reliabilitet. Godt metodisk arbeid er et premiss for god forskning. Når et spørreskjema skal utvikles krever det en rekke metodiske valg. De ulike metodiske utfordringene knyttet til spørreskjema kan deles inn i tre kategorier; utvalgstrekking, skjemakonstruksjon og gjennomføring av spørreundersøkelser (Haraldsen, 1999, s. 14). Alle de tre kategoriene var vesentlige for å få et valid resultat i min studie. Begrepene spørreundersøkelse og spørreskjema brukes om hverandre i litteraturen, i denne masteroppgaven vil begrepet spørreskjema brukes med følgende definisjon: *«...en systematisk metode for å samle inn data fra et utvalg personer for å gi en statistisk beskrivelse av den populasjonen utvalget er trukket fra (*Groves et al. (2004) i Ringdal, 2013, s.190). Et spørreskjema som skal måle oppfatninger, består gjerne av et eller flere måleinstrumenter, samt bakgrunnsvariabler. Mitt spørreskjema består av et instrument som skal måle lærerstudenters oppfatninger av matematikk. I tillegg har jeg inkludert åpne spørsmål og bakgrunnsvariabler.

4.3.1 Validitet og reliabilitet

For at datainnsamlingen skal være nyttig og slik den er tiltenkt, må dataene være reliable og de må gi informasjon til forskere og andre yrkesutøvere som lar de ta holdbare konklusjoner og avgjørelser (Wolfe & Smith, 2007a, s. 98). Relabilitet handler om at måleinstrumentet skal gi det samme resultatet etter gjentatte målinger (Ringdal, 2013, s. 96). Dimensjonalitet og validitet er to andre egenskaper som brukes for å vurdere kvaliteten til et mål. Dimensjonalitet brukes på sammensatte mål og indekser og er derfor aktuelt i arbeidet med et måleinstrument om oppfatninger. Alle disse tre egenskapene er sentrale i validering av måleinstrumenter med Rasch-modellen.

Validitet, eller gyldighet, handler i vitenskapelig metode om man måler det man har til hensikt å måle. Grenness (2012) hevder at det er tvilsomt at det finnes begreper som er mer omtalt innen forsknings- og utredningsvirksomhet enn validitet. Likevel er det en rekke ulike oppfatninger av hva begrepet validitet innebærer, og den enkelte forsker går vanligvis ikke omfattende inn i sin egen bruksmåte av validitet (Grenness, 2012, s. 111). Jeg støttet meg på Wolfe og Smith (2007a) sitt rammeverk for validitet i arbeidet med denne masterstudien. Rammeverket var utviklet for å sikre validitet i utvikling av måleinstrumenter som er tiltenkt å brukes i Rasch-analyse. Validitet er et samlet begrep med åtte aspekter. På grunn av manglende oversettelser av Wolfe & Smith (2007a, 2007b) har jeg oversatt de åtte aspektene selv. Jeg har brukt og kommer til å bruke samtlige av disse validitetsaspektene gjennom min oppgave. Aspektene tar for seg ulike deler av forskningsprosessen og vil derfor bli nevnt der de er relevante. Noen av aspektene vil dermed være mer relevant for min studie enn andre og de vil derfor bli brukt i ulik grad. De ulike aspektene er: Innholdsvaliditet, substansiell validitet, strukturell validitet, generaliserbarhet, ekstern validitet, konsekvensvaliditet, responsivitet og tolkningsvaliditet

Innholdsvaliditet handler om spørsmålene er relevante, representative og har god teknisk kvalitet. Hensikten med å sørge for god innholdsvaliditet er at spørsmålene, samt de kognitive prosessene som er involvert i svarprosessen, skal være relevante og representative for begrepet som måles. At spørsmålene skal være av god teknisk kvalitet, innebærer at de er entydige, innehar passe vanskelighetsnivå med tanke på respondentene og riktig kodet.

Substansiell validitet handler om hvilken i grad det teoretiske rammeverket, relatert til både innholdet i spørsmålene og de kognitive prosessene tilknyttet besvarelsen av spørreskjema, forklarer konsistensen til besvarelsene.

Strukturell validitet handler om strukturen til scorene fra et måleinstrument reflekterer dimensjonene fra det teoretiske rammeverket som brukes. Hvis en undersøkelse har til hensikt å måle et fenomen som består av fire underdimensjoner, kan det eksempelvis brukes et spørreskjema med åtte spørsmål for hver dimensjon. Den strukturelle validiteten vil være god dersom dimensjonene til scorene tilsvarer dimensjonene til fenomenet.

Ekstern validitet er det viktigste aspektet. Det handler om i hvilken grad målene er relatert til eksterne målinger på det samme begrepet, like begreper og andre begreper.

Konsekvensvaliditet handler om hvilken grad resultatet kan brukes til videre tiltak.

Generaliserbarhet handler om i hvilken grad resultatet og instrumentet kan generaliseres. Det ser på om resultatet fra måleinstrumentet kun er representativt for utvalget eller om instrumentet kun er egnet for respondentene som er testet. Måleinstrumentets relabilitet og måleegenskaper knyttet til fit og invarians går også under dette aspektet.

Responsivitet handler om i hvilken grad instrumentet fanger opp endring til en respondent over tid. Om en respondent utsettes for eller utøver selv en handling som skal påvirke respondentens holdning til begrepet, så vil responsiviteten være god om instrumentet fanger opp endringen.

Tolkningsvalididet handler om i hvilken grad leserne av resultatet klarer å tolke resultatet.

4.4 Utvikling av spørreskjemaet

Spørreskjemaet som ble utviklet i denne masterstudien består av et måleinstrument, fem bakgrunnsvariabler og seks åpne spørsmål. I utgangspunktet skulle et opprinnelig måleinstrument om lærere/lærerstudenters oppfatninger av matematikk oversettes og tilpasses norske lærerstudenter. På denne måten kunne jeg sikre at måleinstrumentet var validert fra tidligere forskning. Jeg tok utgangspunkt i Evans (2003) sitt måleinstrument for lærerstudenters oppfatning av matematikk. Måleinstrumentet var over 15 år gammelt og tilpasset for amerikanske lærerstudenter. Derfor har jeg måtte tilpasse måleinstrumentet for norske lærerstudenter. Underveis i utviklingen av måleinstrumentet ble flere av de opprinnelige påstandene fra Evans (2003) sitt måleinstrument fjernet og erstattet. Påstandene som ble fjernet, ble fjernet på bakgrunn av manglende relevans til en norsk kontekst anno 2019. Slik som jeg ser det, så kan ikke måleinstrumentet i denne oppgaven ses på som en adapsjon Evans (2003) sitt måleinstrument, men et måleinstrument som har tatt utgangspunkt i Evans (2003).

4.4.1 Måleinstrumentets forankring i teori

I likhet med Evans (2003) sitt måleinstrument, så ble Ernest (1989a) brukt som rammeverk. For at innholdsvaliditeten til et begrep som kun kan måles indirekte skal være god, må spørsmålene representere bredden i begrepet. Jeg har utviklet 33 spørsmål fordelt på de tre kategoriene til Ernest (1989a) for å fange opp de ulike aspektene ved oppfatninger av matematikk. Matematikkens natur, læring i matematikk og undervisning er tre komplekse og omfattende begreper. For å fange opp bredden i de ulike begrepene har litteratur knyttet til matematikkdidaktikk blitt brukt for å utvikle spørsmålene. I utviklingen av spørsmålene knyttet til undervisning i matematikk ble hovedsakelig «Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All» (NCTM, 2014) brukt for å sikre at spørsmålene omfavnet flere aspekter ved undervisning og holdt matematikkdidaktisk standard. Annen matematikkdidaktisk litteratur ble også brukt for å dekke aspekter knyttet til undervisning som ikke ble dekt i «Principles to Actions». For læring i matematikk ble Kilpatrick sin modell (Kilpatrick, Swafford & Findell, 2001, s. 5) og Niss og Jensen (2002) sin modell for kompetanse brukt som grunnlag for å sikre flere aspekter ved læring i matematikk. For matematikkens natur ble et tidligere spørreskjema brukt som grunnlag (Amirali & Halai, 2010).

4.4.2 Påstandene

Det jeg utviklet deler av påstandene var det viktig å være bevisst på respondentens prosess fra den leste spørsmålet til den besvarte påstanden. Først skulle respondenten lese og tolke påstanden. Videre i prosessen måtte respondenten bruke sine tidligere erfaringer og kunnskap til å forme et svar. Etter at respondenten hadde gjort seg opp en mening om påstanden, måtte svaret redigeres slik at det passer til svaralternativene (Ringdal, 2013, s. 203-204). Stadiene «tolkning av spørsmålet» og «redigering av svaret» var særlig interessante i konstruksjonen av et måleinstrument. Hvordan respondenten fikk tolket påstanden og deretter uttrykt sitt svar var av stor betydning for reliabiliteten og resultatet til spørreskjemaet. Tolkes påstander ulikt fra respondent til respondent, vil svarene de avgir være basert på en ulik oppfatning av spørsmålet. Med et stort sprik i hvordan respondentene oppfattet påstandene ville dataene være av lav validitet. Selve formuleringen av påstandene kunne være av betydning for hvordan respondenten tolket påstandene. Det var derfor viktig at respondentene og jeg tolket påstandene likt. Ringdal (2013) fremhever at det å tilpasse spørsmålsformuleringene etter utvalgets kunnskapsnivå er viktig, helt i henhold med Wolfe & Smith (2007a) validitetsaspekt, innholdsvaliditet. Bruk av begreper som ikke var en del av utvalgets diskurs ville kunne føre til mistolkinger av påstandene. Det ble gjort tre konkrete grep for å legge til rette for at respondentenes tolkning av påstandene skulle være så lik som de var tiltenkt.

1. En pilotundersøkelse. Det viktigste grepet var å gjennomføre en pilot. Mer om piloten kommer i underkapittel 4.4.4.

2. En «expert review». Medstudenter og veiledere var med på å gi tilbakemeldinger på måleinstrumentet i gruppe i etterkant av piloten. Wolfe og Smith (2007b) kaller dette en «expert review», der fagpersoner innen matematikkdidaktikk var samlet for å vurdere formuleringene og innholdet i spørsmålene. Det førte til konkrete endringer for å bedre innholdsvaliditeten, blant annet at lange spørsmål ble kortet ned. For lange spørsmål er en ulempe. Jo flere ord det er i ett spørsmål, jo flere tolkninger kreves av respondenten per spørsmål. Mange tolkninger per spørsmål vil gi større rom for ulike helhetstolkninger av spørsmålet. Lange spørsmål er i tillegg vanskelig å oppfatte for respondenten (Ringdal, 2013, s. 204).

3. Uformelt intervju. Det siste grepet var å gå muntlig gjennom spørreskjemaet med matematikkstudenter på tomannshånd for å få tilbakemeldinger på hvordan påstandene ble tolket av studentene. Dette var et tiltak for å bedre den den substansielle validiteten. Ved å intervjue studenter kunne jeg teste om studentenes tolkning samsvarte med den underliggende teorien.

I spørreskjemaer med kun positivt ladde spørsmål kan det oppstå et fenomen som omtales som enighetssyndromet. Det innebærer at respondenten svarer enig på alle påstander uavhengig av påstandens innhold og karakter (DeVellis, 2012, s. 83). Å si seg enig i alle positive påstander lar seg naturlig nok lettere gjøre hvis alle spørsmålene er positive. Et tiltak for å avsløre enighetssyndromet var å blande negative og positive påstander. Ved å gjøre dette ville respondentene som svarer «enig» på alt, være enig i både negative og positive ladde spørsmål. Empiriske data viser at det å være enig i et positivt spørsmål ikke er det samme som å være uenig i et negativt spørsmål. De negative spørsmålene har en tendens i Rasch-analysen til å klynge seg sammen og lage egne dimensjoner, noe som svekker validiteten (Wolfe & Smith, 2007a, s. 116). Respondentene kan også i større grad blir forvirret av både positive og negative spørsmål i spørreskjemaet (DeVellis, 2012, s. 83-84). I mitt måleinstrument har jeg likevel valgt å bruke negative spørsmål. På grunn av at flere av oppfatningene jeg ville måle var negative av natur. Det hadde blitt for utfordrende å snu spørsmålene på en meningsfull måte. Etter en helhetsvurdering vurderte jeg det dit hen at fordelene med å beholde de negative spørsmålene var større enn å fjerne eller å erstatte de.

En utfordring med validiteten til måleinstrumentet er at jeg har konstruert halvparten av spørsmålene selv. Likevel følger jeg meg trygg på at den eksterne validiteten til måleinstrumentet, da resterende halvpart er adoptert fra eksisterende validerte måleinstrumenter.

4.4.3 Spørreskjemaets utforming

Variablene i mitt måleinstrument er på ordinalnivå, noe som er vanlig for måleinstrumenter om holdninger og verdier (Ringdal, 2013, s. 90). Ordinalvariabler innebærer at variablene kan rangeres, samtidig som at de ikke har en eksakt måleskala. Det som er spesielt med ordinalvariabler er at det i mange sammenhenger betraktes som intervallvariabler, selv om ordinalvariabler er på et lavere nivå enn intervallvariabler (Johannessen et al., 2011, s. 254). For å kunne bruke en ordinalvariabel som intervallvariabel krever det visse forutsetninger. Fenomenet som måles bør kunne måles langs et eksakt skala, gitt at det hadde vært mulig. Variabelen bør også ha relativt mange verdier. Ifølge Johannessen et al. (2011) bør mellom fem og syv verdier være tilfredsstillende. Hvis det er få verdier, kan det være et alternativ å slå sammen variabler og få en indeks.

DeVellis (2012) skriver at svaralternativene bør ha omtrentlig like intervaller mellom seg. Med tanke på at variablene i mitt spørreskjema er ordinalvariabler, vil det i utgangspunktet ikke være et bestemt intervall mellom de ulike variablene. Man kan derfor tilpasse spørreskjemaet i etterkant hvis det ikke skulle fungere tilstrekkelig. For tradisjonelle holdningsspørsmål angis som regel svaralternativene i vurderingsskalaer som går fra et negativt ytterpunkt til et positivt ytterpunkt (Haraldsen, 1999, s. 185). Det finnes en rekke forskjellige skalaer. Likert-skalaen er en av de vanligste. Den brukes på påstander der svaralternativene eksempelvis kan være ulike grader av enighet og uenighet eller ulike grader av sannhet. Både «veldig enig», «sterkt enig» og «helt enig» brukes som ytterpunkter i Likert-skalaer med fem svaralternativ. Hvorvidt respondentene oppfatter disse alternativene som det samme eller ikke kan diskuteres. Poenget er at man bør være bevisst i formuleringen av skalaen, da det kan ha innvirkning på hva respondenten svarer.

Jeg har valgt å bruke fire svaralternativer på en Likert-skala pluss et «Vet ikke»-alternativ i måleinstrumentet. Hvilket antall svaralternativer man skal bruke i et spørreskjema finnes det ingen fasit på. Det er fordeler og ulemper uansett antall svaralternativer man velger å bruke. Likevel er det en rekke ulike anbefalinger i litteraturen. Mange av anbefalingene er kompatible med hverandre, men noen er også ikke det. Johannessen et al. (2011) anbefaler å bruke minst fem svaralternativer. Jeg har med andre ord valgt å se bort ifra anbefalingen til Johannessen et al. (2011) om å ha minst fem svaralternativer. Det er flere grunner til dette. Først og fremst er det vanlig å bruke en Likert-skala med fire eller fem svaralternativer i måleinstrumenter om oppfatninger av matematikk. Spørreskjemaer med fire svaralternativer er utprøvd flere ganger tidligere iblant annet Evans (2003) og Kaspersen (2018). Jeg tolker det derfor dit hen at det er et akseptert metodisk grep innen matematikkdidaktikkfaget. Ved bruk av en Likert-skala må man også ta stilling til om man skal ha antall svaralternativer som er oddetall eller partall. Om antall svaralternativer er oddetall vil skalaen inneholde et svaralternativ som vil være nøytralt, mens partallskalaen ikke vil ha det. Wolfe & Smith (2007a) anbefaler å bruke en partallsskala, spesielt hvis midtalternativet til en oddetallsskala er nøytralt, med mindre det er snakk om noen spesielle tilfeller. De omtaler midtalternativet som en «avfallsplass» for respondenter som i utgangspunktet ikke er så interessert i å besvare spørsmålet. Som et resultat vil enkelte besvarelser være basert på grunner som er irrelevante for spørsmålet. Slike grunner kan være at respondenten ikke er interessert i tema, ikke er villig til å gjøre seg en mening eller klarer å lese/tolke spørsmålet riktig. Respondenter som besvarer spørreskjemaet på irrelevant grunnlag vil gi dårligere validitet. Det er derfor bedre å la de svare blankt. Som et alternativ til det nøytrale midtalternativet anbefaler Wolfe & Smith (2007a) å bruke en partallsskala med et tilhørende alternativ «Vet ikke». Forfatterne hevder at «Vet ikke» vil kunne avlaste mengden nøytrale svar. Det vil regnes som ikke tellende score og ses på lik linje som ikke respondert i en Rasch-analyse. Et «Vet ikke»-alternativ er i tillegg veldig nyttig i utviklingen av nytt spørreskjema. Om mange svarer «Vet ikke» på et spesifikt spørsmål, bør det vurderes om spørsmålet skal beholdes eller omformuleres.

Den andre grunnen til at valget falt på fire svaralternativer pluss «Vet ikke» var på grunn av analysen som skulle gjøres i etterkant. Wolfe & Smith (2007a) anbefaler å bruke mellom tre og fem svaralternativer hvis Rasch-analyse skal benyttes. De har selv opplevd at dette antallet passer best til Rasch-analysen. Årsaken til nettopp dette antallet, antar de er på grunn av at respondentene tolker skalaen ulikt hvis det er flere enn fem svaralternativer. De viser også til en tommelfingerregel i kvantitativ metode som sier at voksne sjeldent klarer å skille reliabelt mellom mer enn syv svaralternativer i en måleskala. For unge vil det sannsynligvis være enda lavere. For å få et optimalt antall svaralternativene bør man gjennomføre en pilotundersøkelse og deretter analysere spørreskjemaet med Rasch-modellen. På denne måten kan man vurdere validiteten til strukturen til svaralternativene (Wolfe & Smith, 2007a, s. 118). Det er også et etisk spørsmål tilknyttet antallet svaralternativer. Forfatteren av et spørreskjema må vurdere i hvilken grad svaralternativene evner å fange opp det respondenten ønsker å utrykke (Cohen, Manion & Morrison, 2011, s. 378). Dette er viktig, spesielt med tanke på nøytrale svaralternativ. Ved å erstatte et nøytralt svaralternativ med et «Vet ikke», fjerner man muligheten til respondenten til å være nøytral til et spørsmål eller påstand.

En ubalansert skala kan gi skjevheter i resultatet og til og med være uetisk (Cohen et al., 2011, s. 388) da respondenten kan bli påvirket til å svare et svaralternativ framfor et annet. Jeg har derfor valgt å bruke en likevektet skala. Jeg har også handlet i tråd med metodiske anbefalinger om å navngi hvert svaralternativ for å fremme reliabilitet til måleinstrumentet, framfor å kun navngi ytterpunktene til en skala og nummere svaralternativene imellom (Schwartz et al. i Cohen et al., 2011, s. 388).

Jeg har bevisst valgt å ha positive svaralternativene på høyre side og de negative på venstre. Det er gjort forsøk der det har blitt testet om en «negativ til positiv» skala gir andre resultater enn en «positiv til negativ» skala. I hvilken ende skalaen starter har påvirkning på resultatet (Cohen et al., 2011, s. 388). Det er en tendens til at svaralternativer på venstre side besvares hyppigere enn på høyre side. Tester med positive svaralternativ på venstre side scorer høyere enn tester som ikke har det. En bør derfor være forsiktig med å plassere alle de positive svaralternativene på venstre side for hvert spørsmål.

4.4.4 Piloten

For at responsiviteten skal være god, må måleinstrumentet fange opp endring. Måleinstrumentet må derfor kunne brukes på både studenter med mange studiepoeng i matematikk og de med ingen, i den tro at undersivning i matematikkdidaktikk endrer studentenes oppfatninger av matematikk. Dette kunne testes ut i en pilot. For å sikre at førsteårs lærerstudenter uten særlig erfaring innen matematikkdidaktisk diskurs skulle kunne tilstrekkelig tolke måleinstrumentet, ble piloten gjennomført på andreårs lærerstudenter uten matematikk som en del av studieplanen sin. Disse ble brukt av to grunner. Først og fremst ble de brukt for å kunne vurdere innholdsvaliditeten. For å sikre at lærerstudenter med matematikk i studieplanen sin, men som har hatt lite undervisning i matematikk skal kunne tolke spørreskjemaet på en hensiktsmessig måte. Det ble vurdert slik at hvis måleinstrumentet kunne tolkes av lærerstudenter uten erfaring med matematikk, så ville lærerstudenter med liten erfaring i matematikk også kunne tolke påstandene i måleinstrumentet.

I utgangspunktet var det ønskelig å gjennomføre piloten på den samme populasjonen som hovedundersøkelsen (Wolfe & Smith, 2007a, s. 118). På grunn av ønsket om å ha hele populasjonen av lærerstudenter som tar fag med matematikkdidaktikk i det ordinære løpet for grunnskolelærerutdanningen i hovedundersøkelsen, så ble de uaktuelle for pilotering. Alternativet ble en klasse med andreårs lærerstudenter uten matematikk. Dette utvalget ble sett på som tilstrekkelig like førsteårs lærerstudenter, med tanke på manglende matematikkdidaktisk erfaring.

På grunn av omfanget av en masteroppgave på 45 studiepoeng var det begrenset med tid til å utvikle spørreskjemaet. For å gjennomføre spørreskjemaet og analysere datamateriale fikk jeg tid til å gjennomføre én pilot. En pilot har flere funksjoner, men først og fremst handler det om å bedre reliabiliteten, validiteten og de praktiske aspektene rundt gjennomføring (Cohen et al., 2011, s. 402). Ideelt sett skulle jeg ha gjennomført flere piloter, da piloten viste at både måleinstrumentet og bakgrunnsvariablene trengte kalibreringer. Det var flere aspekter knyttet til validitet ved spørreskjemaet jeg så på som utfordrende og fokuserte på i piloten. For å sikre innholdsvaliditeten, med fokus på den tekniske kvaliteten på spørsmålene, inkluderte jeg et ekstra svaralternativ i måleinstrumentet som ble kalt «Forstår ikke påstanden». Respondentene ble oppfordret til å bruke dette svaralternativet hvis de var usikre på betydningen av spørsmålet. Hensikten med det ekstra svaralternativet var å skille påstander som respondentene ikke klarte å tolke og påstander som respondenten ikke hadde gjort seg opp en mening om. For å sikre god innholdsvaliditet ble påstander som ble besvart med en større andel

«Forstår ikke påstanden» enten fjernet eller endret for å tilpasses vanskelighetsnivået til utvalget.

Et annet aspekt ved å gjennomføre piloten var for å teste hvordan måleinstrumentet fungerte i en Rasch-analyse. Piloten hadde en lav personreliabilitet på 0.58 og dermed en lav generaliserbarhet. Variabelkartet viste at den øverste halvparten av påstandene på variabelen var innenfor tilsvarende variabelmål som over 90 % av respondentene. Det vil si at den laveste halvparten av påstandene på variabelen hadde tilsvarende variabelmål som under 10 % av respondentene og tilførte dermed måleinstrumentet lite informasjon. Den lave andelen påstander høyere på variabelen ble sett som en potensiell årsak til den lave reliabiliteten. For å utbedre måleinstrumentet ble åtte påstander lavt på variabelen fjernet og erstattet med påstander som antatt skulle være mer utfordrende og dermed være høyere på variabelen. Det er viktig å presisere at ikke alle påstandene med lav score i variabelkartet ble endret, slik at spredningen til påstandene i variabelkartet ble opprettholdt.

4.5 Utvalg og gjennomføring

Utvalget besto av 721 studenter fra NTNU, 617 lærerstudenter og 104 dataingeniørstudenter. Siden studieløpet til studentene som gikk 1-7 og 5-10 var ulike med tanke på både antall studiepoeng og når studiepoengene i matematikk skulle tas, ble disse utskilt til egne grupper. Fordelingen av studiepoeng i studieløpet til lærerstudenter som tar matematikkdidaktiske fag illustreres i Tabell 2. Det kan tilføyes at 1-7 har undervisning i matematikkdidaktikk 3. semester, men at eksamen ikke tas før 4. semester.

*Tabell 2 Studiepoeng i matematikk for hvert semester. *for studenter som ønsker å spesialisere seg i matematikk*

	1. semester	2. semester	3. semester	4. semester	5. semester	6. semester
1-7	0	15	0	15	15*	15*
5-10	15	15	15	15	0	0

Det er verdt å merke seg at gruppene fra 1. og 2. studieår, 3. studieår 1-7 og master hadde matematikkdidaktiske fag det semesteret datamaterialet ble innhentet. Det innebærer at «3. 5-10», «4. 5-10» og «4. 1-7» besto av lærerstudenter som var ferdige med sine obligatoriske matematikkdidaktiske fag. «3. 5-10» besto av 3. års lærerstudenter som tok 60 studiepoeng i naturfagdidaktikk, mens «4. 5-10» og «4. 1-7» besto av hovedsakelig 4. års lærerstudenter som tok spesialpedagogikk i tillegg til en liten gruppe som tok kunst og håndverk. Samtlige lærerstudenter som deltok i undersøkelsen, bortsett fra gruppen «Master», gikk et studieløp i grunnskolelærerutdanningen med matematikkdidaktikk. Gruppen med masterstudenter var mer sammensatte. «Master» besto av både lærerstudenter og ferdigutdannede lærere som tok en master i matematikkdidaktikk som etterutdanning. I gruppen med masterstudenter var det studenter på tvers av 1-7 og 5-10, da antallet respondenter ikke var tilstrekkelig til skille ut to grupper.

Dataingeniørstudentene ble tatt med som en egen gruppe for å kunne undersøke om studenter som studerer matematikk har en annen oppfatning av matematikk enn studenter som studerer matematikkdidaktikk. Scorene til dataingeniørstudentene som gikk 1. studieår og 3. studieår var ikke signifikant forskjellige og hadde tilsvarende gjennomsnittlig score. De ble derfor satt sammen til én gruppe.

Tabell 3 Størrelser på de ulike gruppene

Gruppe	N	Gruppe	N
1. 1-7	160	3. 5-10	45
2. 1-7	123	4. 5-10	22
3. 1-7 (fordypning)	19	1. Dataingeniør	60
4. 1-7	31	3. Dataingeniør	44
1. 5-10	109	Master	37
2. 5-10	71	Total	721

Hvor stor et utvalg bør være for at en undersøkelse skal være valid må vurderes for hvert spesifikke tilfelle. En tommelfingerregel sier at det bør være 100 respondenter i viktige undergrupper og minimum 30 (Johannessen et al., 2010, s. 244). I mitt tilfelle var det utfordrende å tilfredsstille kravene for alle undergruppene, da populasjonen til noen av gruppene var få i utgangspunktet. Jeg velger å likevel å bruke de to gruppene med under 30 respondenter. Fordypningsklassen i matematikkdidaktikk for studentene på 1-7 tredje studieår var i utgangspunktet for få til å tilfredsstille målene. Da majoriteten av klassen deltok i undersøkelsen, velger jeg å anse deres besvarelser som tilstrekkelig representativt for deres populasjon. Det samme gjaldt for studentene som tok en master i matematikkdidaktikk. Gruppene «3. 5-10», «4. 5-10» og «4. 1-7» besto av et forholdsvis lite utvalg studenter som jeg ikke vil anse som representative for dere studieår og studieretning. Diversiteten blant fagkombinasjonene hos disse studentene var lav, da, datainnsamlingen foregikk i enkeltklasser, som nevnt tidligere i dette kapittelet. Da størrelsen på utvalgene også var lave valgte jeg å ikke tolke score til disse gruppe som representative for studieåret og studieretning. Hensikten med disse gruppene var å bruke disse tre gruppene i analysen som sammenligningsgrunnlag for de større gruppene på første og andre studieår.

Spørreskjemaet ble gjennomført digitalt og utformet i verktøyet SelectSurvey. For å nå flest mulig potensielle studenter ble undersøkelsen gjennomført i studentenes undervisning med meg tilstede. Datainnsamlingen foregikk i januar 2019. Det var tre varianter av spørreskjemaet. Hver student måtte derfor trekke en lapp for å se hvilket av tre spørreskjemaene studenten skulle besvare, slik at fordelingen mellom de tre spørreskjemaene skulle være tilfeldig.

4.6 Respondentenes fit

Samtlige respondenter som besvarte minst 50 % av måleinstrumentet ble tatt med i analysen. Rasch-modellen er ikke avhengig av et komplette besvarelser, da respondentenes scorer blir estimert ut ifra besvarelsene de har gjort. For å finne respondentene med dårlig fit, ble det gjort en person-fit-analyse i Winsteps. Årsaken til at enkelte besvarelser av måleinstrumentet får dårlige fit-verdier kan komme av mange potensielle årsaker (Boone, Staver & Yale, 2014, s. 164). Årsakene kan være alt fra vilkårlig gjetting juks til å ha en uventet sammensetning av oppfatninger. Rasch-modellen fanger opp såkalte misfits, påstander eller respondenter som ikke passer Rasch-modellen. Selv om en respondent er en misfit så er det ikke nødvendig å fjerne respondenten fra analysen (Boone et al., 2014, s. 164). For å finne besvarelser som var besvart med vilkårlig gjetting ble Tabell 6.1 i Winsteps benyttet, en tabell som viser de mest mistilpassede besvarelsene. Besvarelsene med meget høy misfit (Infit MNSQ>3 og Outfit MNSQ > 3) ble deretter vurdert kvalitativt for å fjerne åpenbare misfits. For å sørge for at de potensielt gjenværende påstandene med stor misfit ikke var ødeleggende for Rasch-modellen, ble det foretatt en analyse på scorene til påstandene. Ved å sammenligne scorene til påstandene med og uten respondentene med høy Infit MNSQ-score (MNSQ>2) i ett spredningsplott kom jeg fram til å beholde alle respondentene. Scorene til påstandene med og uten respondenter med høy infit MNSQ-score var kollineære, og dermed kan man beholde respondentene uten at det går nevneverdig utover Rasch-modellen (Linacre, 2018, s. 617).

4.7 Validering

Generaliserbarheten til måleinstrumentet handler om i hvilken grad resultatet og instrumentet kan generaliseres. Det ble gjort flere tiltak for å styrke generaliserbarheten til både måleinstrumentet og resultat. Påstandenes og respondentenes fit til Rasch-modellen og invariansen til måleinstrumentet er med på å påvirke instrumentets generaliserbarhet. Disse analysene ble brukt for å vurdere om tiltak kunne gjøres for å bedre generaliserbarheten ved å fjerne misfits og ikke invariante påstander. Resultatene fra påstandenes fit og DIF-analysen ble presentert i resultatsdelen og vurdert som akseptable. Respondentenes fit ble presentert i metodekapittelet som resulterte i at alle respondentene ble beholdt i utvalget. I fit-analysen valgte jeg fokusere på infit MNSQ-verdiene framfor de tre andre verdiene, infit ZSTD, outfit MNSQ og outfit MNSQ. I litteraturen finnes ulike anbefalinger når det kommer til å tolke fit-data. I Boone et al. (2014) anbefales det å se på outfit MNSQ framfor infit MNSQ, som er i motsetning til det Bond og Fox (2015) anbefaler. Outfit-data gir informasjon om besvarelser der respondenten og påstanden avviker stort ut ifra det som er forventet med tanke på studentens kompetanse eller påstandenes vanskegradsmål. Infit-data er ikke sensitiv for sterkt avvikende data, som outfit-data. Infit-data gir informasjon om besvarelser som er nærmere det som er forventet med tanke på studentens kompetanse eller påstandenes vanskegradsmål. Dårlige infit-verdier er en større trussel mot måleinstruments generaliserbarhet enn det outfit-verdiene er, siden dårlige outfit-verdier er enklere å håndtere (Linacre, 2002). Jeg valgte derfor å følge Bond og Fox (2015) sine anbefalinger om å ta utgangspunkt i påstandenes infit MNSQ-verdi. Betydningen av dette valget hadde ingen praktisk betydning for måleinstrumentets generaliserbarhet. Begge påstandene som ble utelatt, på grunn av uakseptable infit MNSQ-verdier, hadde også uakseptable outfit MNSQ-verdier. I person fit-analysen ble det først sett på outfit MNSQ-verdien. Jeg valgte å vekte outfit MNSQ mer i person fit-analysen for å kunne utelukke respondenter som svarte vilkårlig. Heller ikke her hadde det noen praktisk for måleinstrumentets generaliserbarhet, da alle respondentene ble beholdt i utvalget.

ZSTD-verdier skal helst befinne mellom 2 og -2 for at de skal passe Rasch-modellen (Linacre, 2002). I min analyse valgte jeg å gå bort fra den standardiserte anbefalingen for Rasch-modellen, da 16 påstander i måleinstrumentet hadde ZSTD-verdier utenfor det anbefalte området (Tabell 4 i resultatkapittelet). Jeg mener likevel at disse verdiene er akseptable for mitt måleinstrument av to grunner. For det første så blir ZSTD påvirket av størrelsen på utvalget. Med over 300 observasjoner vil ZSTD-verdiene være «for sensitive» med tanke på misfit (Linacre, 2018, s. 590). Ved større utvalg, slik som i denne undersøkelsen (N=721), vil det være en tendens til at ZSTD-verdiene vil vise misfit for flere påstander. Standardmålene for ZSTD vil derfor gi et feil bilde av påstandenes fit til Rasch-modellen. For det andre så er ZSTD best egnet til å måle hvorvidt data «passer perfekt» til Rasch-modellen eller ikke. MNSQ er bedre egnet som et mål om data «passer produktivt» til Rash-modellen (Linacre, 2018, s. 589). Hensikten med analysen er derfor sentral i hvilken fit-verdi som det bør legges vekt på. I mitt tilfelle er det snakk om å bruke en Rasch-modell til å foreta en psykometrisk måling og MNSQ er dermed bedre egnet. Jeg har likevel valgt å ta med ZSTD-verdiene i masteroppgaven, da det er vanlig praksis i litteratur som har benyttet seg av Rasch-modellen å bruke ZSTD-verdier som mål for fit.

En DIF-analyse ble benyttet for å teste om måleinstrumentet var invariant mellom ulike undergrupper. Analysen viste at det var tre påstander som hadde DIF-mål som tydet på at de ikke var invariante. En videre test viste at scoringstrukturen til instrumentet ikke endret seg om de tre påstandene var med eller ikke. Da reliabiliteten til instrumentet sank ved å ta ut de tre påstandene, valgte jeg likevel å beholde påstandene i måleinstrumentet. Alt i alt ut ifra de fem kravene for invarians (Engelhard, 2013, s. 14), så vil jeg argumentere for at invariansen i måleinstrumentet er akseptabelt. Kravene skal reflektere en idealmodell for måling i humaniora. Empiriske data vil inneha målingsfeil og et feilfritt måleinstrument innen humaniora vil derfor være nærmest uoppnåelig. Krav 1, 3 og 5 kan knyttes til måleinstrumentets reliabilitet, respondentenes og påstandens fit til Rasch-modellen og variabelkartet (Engelhard, 2013, s. 108) som ble validert i resultatkapittelet. DIF-analysen viste at krav 2 og 4 også er innfridd til et akseptabelt nivå.

For å vurdere måleinstrumentets responsivitet har jeg brukt variabelkartet som grunnlag. God responsivitet innebærer at måleinstrumentet klarer å fange opp endring over tid. For å fange opp endring mest presist bør påstandenes vanskegradsmål være jevnt spredt langs variabelen i samme område som respondentenes mål for kompetanse. Store gap mellom påstandenes vanskegradsmål kan indikere på store forskjeller mellom vanskegraden på påstandene. Store gap kan resultere i at respondenter som har komptansescore i tilsvarende område som gapet ikke vil ha like presise mål som gjennomsnittet (Baghaei, 2008, s.1148).

Masterprosjektets hensikt må tas med i vurderingen av validiteten. Det vil alltid være en grad av dimensjonalitet i datamaterialet (Linacre, 2018, s. 566) og dimensjonalitet er ikke direkte knyttet til forskningsspørsmålet. Graden av dimensjonalitet anses derfor ikke som ødeleggende for masteroppgavens validitet. De potensielle konsekvensene av å ikke ta med de negative påstandene må også tas med i vurderingen. Fjernes påstandene, kan «enighetssyndromet» inntreffe (DeVellis, 2012, s. 83) og både reliabiliteten til instrumentet og bredden av konstruktet «oppfatninger av matematikk» vil svekkes.

4.8 Etikk og personvern

Som forsker har man et etisk ansvar for både forskningsprosessen og resultatene som legges fram. Jeg har derfor måtte forholde meg til de forskningsetiske retningslinjene fra «Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora» (NESH).

NESH er et faglig uavhengig og rådgivende organ som skal fremme god og ansvarlig forskning (NESH, 2016, s.4). Å følge de forskningsetiske retningslinjene innebærer å handle i henhold til vitenskapelige, etiske og juridiske normer. I og med at masterprosjektet har basert seg på et spørreskjema som samler inn personopplysninger, har det vært nødvendig å fokusere ekstra på respondentenes personvern for å handle i tråd med forskningsetiske retningslinjer. Ved å samle inn personopplysninger har jeg derfor måtte handle i henhold til Personopplysningsloven.

Fra mai 2018 trådde General Data Protection Regulation (GDPR) i kraft, noe som resulterte i at reglene knyttet til personvern i landene i EU/EØS ble styrket. Det nye lovverket skulle sikre og fastslå at behandlingen av personopplysninger i forskningsprosjekter var i henhold med lovverket (NSD, u.å.). Som forsker og masterstudent må man følge lovverket for å ivareta personlig integritet og sikre privatlivets fred (NESH, 2016, s. 8). Å bruke nettbaserte spørreskjema er utfordrende med tanke på personvern. Selv om det ikke ble samlet inn personopplysninger av meg i dette masterprosjektet kunne jeg ikke garantere for 100 % anonymitet for respondentene. Ved bruk av nettbaserte spørreskjema brukes ofte en tredjepart som databehandler. For sikre at tredjeparten, databehandleren, behandler personopplysninger i samsvar med regelverket kreves det en databehandleravtale mellom institusjonen og databehandler (NTNU, u. å.). I mitt masterprosjekt ble Selectsurvey brukt som databehandler. Siden SelectSurvey var og er en intern NTNU-tjeneste var det ikke behov for en databehandleravtale.

Da SelectSurvey vil ha tilgang til IP-adressene til respondentene inntil forskningsprosjektet er ferdig, måtte jeg søke til Norsk senter for forskningsdata (NSD) for godkjenning av prosjektet. Der ble spørreskjemaet og samtykkeskjemaet vurdert til å være i henhold med regelverket. Godkjenningen fra NSD er lagt til som vedlegg 4.

5 Resultat og analyse

Utgangspunktet for denne studien var å undersøke affektive sider ved utdanning i matematikkdidaktikk, og følgende forskningsspørsmål ble stilt: Hva kjennetegner lærerstudenters oppfatninger av matematikk på ulike stadier av utdanningsløpet? For å undersøke dette spørsmålet oversatte og videreutviklet jeg et instrument fra Evans (2003) for oppfatninger av matematikk. Ettersom instrumentet ikke tidligere har blitt analysert og validert presenteres resultater knyttet til måleinstrumentets egenskaper og reliabilitet først. Deretter presenteres en analyse av lærerstudenters oppfatninger av matematikk.

5.1 Måleinstrumentets egenskaper

Rasch-modellen stiller krav til at måleinstrumentets skal være endimensjonalt og invariant for at måleinstrumentet skal kunne være valid og reliabelt. For å undersøke om måleinstrumentets egenskaper var akseptable for Rasch-modellen ble det gjort fem analyser i Winsteps; en analyse av måleinstrumentets reliabilitet, en fit-analyse av påstandene, en analyse av variabelkartet, en «principal component analysis» (PCA) og en DIF-analyse.

5.1.1 Måleinstrumentets reliabilitet

Valideringen av spørreskjema viste at måleinstrumentet hadde en oppgavereliabilitet på 1.00 (maks) og en personreliabilitet på 0.75. Det innebærer at måleinstrumentet er reliabelt i henhold til Cohens mål for reliabilitet (Cohen et al., 2011, s. 640). Jo høyere oppgavereliabiliteten, jo større sjanse for at estimatene for vanskegradsmålene blir de samme hvis testen gjennomføres på et lignende utvalg. Jo høyere personreliabilitet, jo større sjanse for at estimatene for respondentenes score vil gjenta seg hvis de tar en lignende test (Bond & Fox, 2015, s. 49).

5.1.2 Fit-verdier

Tabell 4 Påstandenes "fit" til Rasch-modellen

Påstand	Infit		Outfit		Påstand	Infit		Outfit	
	MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD		MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
16Nn-verden	1.90	9.9	2.00	9.9	4U-resonnement	.97	-.6	.97	-.7
18N-eksistens	1.81	9.9	1.85	9.9	23Un-isolert	.95	-.9	.94	-1.2
11Ln-stand.god	1.31	5.9	1.32	5.9	32U-ineffektive	.95	-.9	.95	-.9
13Un-stegforsteg	1.27	5.0	1.28	5.2	8Nn-En måte	.94	-1.2	.91	-1.7
7Nn-abstrakt	1.20	3.7	1.23	4.1	20L-realworld	.93	-1.4	.93	-1.3
31Un-basisf.	1.20	3.7	1.20	3.8	17N-formell	.90	-1.7	.91	-1.7
2L-bevis	1.16	2.8	1.17	2.9	24U-represent.	.91	-1.9	.91	-1.8
14U-felles	1.13	2.5	1.15	2.9	28L-kreativ	.88	-2.3	.90	-2.0
29Ln-apper	1.15	2.7	1.15	2.6	1Ln-prosedyrer	.88	-2.6	.89	-2.5
10L-strat	1.06	1.3	1.09	1.9	9Nn-forbli	.87	-2.4	.87	-2.5
25Nn-rett/galt	1.06	1.1	1.06	1.1	26N-samfunn	.85	-3.2	.83	-3.5
30L-streve	1.06	1.2	1.06	1.3	33U-vurdering	.85	-3.0	.85	-3.1
5U-historie	1.04	.8	1.05	1.0	21Ln-huskefomler	.82	-3.7	.81	-4.0
22U-utivkle tro	1.04	.7	1.05	1.0	12Ln-rekkefølge	.77	-4.6	.78	-4.6
6Un-demonstrere	1.03	.6	1.03	.6	19L-mønstre	.75	-5.4	.76	-5.3
3Ln-standardmet.	.99	-.2	.99	-.2	27Nn-regler	.74	-5.7	.75	-5.4
15Un-huske	.98	-.3	.99	-.2					

Hensikten med alle de 33 påstandene i måleinstrumentet var at hver og én av påstandene skal fange opp ulike aspekter av konstruktet oppfatninger av matematikk. For at påstandene skulle kunne brukes i en Rasch-analyse måtte påstandene være i tråd med Rasch-modellens prinsipp om endimensjonalitet. For å finne ut om påstandene i måleinstrumentet er tilpasset Rasch-modellen har jeg foretatt en fit-analyse av påstandene, der jeg har sett på MNSQ og ZSTD for både infit og outfit. I Tabell 4, som er et utdrag av «Table 10. Item: Fit (column) order», viser at påstandene 16 og 18 i måleinstrumentet ikke har tilfredsstillende infit MNSQ-verdier i henhold til Wright og Linacre (1994) anbefalinger om at rimelig MNSQ-verdier bør ligge mellom 0.6-1.4 i en graderingsskala. Påstand 16 og 18 har heller ikke tilfredsstillende outfit MNSQ-verdier og ekstreme ZSTD-verdier for både outift og infit. Påstand 16 og 18 ble derfor tatt ut av analysen som resulterte i en bedring av personrelabiliteten til måleinstrumentet på 0.03. Resten av påstandene hadde tilfredsstillende infit MNSQ-verdier innenfor 0.6 og 1.4. Fit-analysen indikerer at måleinstrumentet er tilpasset Rasch-modellen, bortsett fra to påstander som ble tatt ut av instrumentet.

5.1.3 Invarians

For å sikre at påstandene i måleinstrument hadde invariante mål ble Rasch-Welch-metoden benyttet i en DIF-analyse. I DIF-analysen ble det sett på DIF-kontrasten (DIF-differansen mellom to grupper) mellom grupper basert på bakgrunnsvariablene. For at en påstand skal bli ansett som en ikke-invariant ble det satt en grense for DIF-kontrasten der $|DIF| \geq 0.64$ logits, i henhold til Winstepsmanualens anbefalinger (Linacre, 2018, s. 422). Kontrasten måtte også være signifikant, der grensen ble satt til $p< 0,0016$ etter en Bonfferoni-korreksjon (Linacre, 2018, s. 526). Tre påstander ble ansett som ikke invariante. For å teste om de ikke invariante påstandene påvirket scoringstrukturen til respondentene, ble scoringstrukturene og reliabiliteten til instrumentet med og uten påstandene sammenlignet. På grunn av fravær av nevneverdig endring av respondentenes scoringstruktur og lavere reliabilitet i måleinstrumentet uten de tre påstandene, ble påstandene beholdt i måleinstrumentet.

5.1.4 Dimensjonalitet

Selv om endimensjonalitet er et premiss for Rasch-modellen fra et teoretisk perspektiv, så vil det kunne oppstå underdimensjoner i et konstrukt som måles i en Rasch-modell (Bond & Fox, 2015, s. 284). Multidimensjonalitet er alltid tilstede i datamaterialet i større eller mindre grad (Linacre, 2018, s. 566). For å analysere måleinstrumentets dimensjoner ble det foretatt en PCA i Winsteps. Analysen viste at den første kontrasten i datamaterialet hadde en egenverdi på 3.3 og at de resterende kontrastene hadde egenverdier på under 1.7. For at en kontrast (potensielle underdimensjoner) skal bli ansett som en dimensjon i Rasch-analysen må kontrasten ha en egenverdi (eigenvalue) på 2.0 eller mer. Det innebærer at datamaterialet har én statistisk underdimensjon, som er representert i Tabell 5.

For å vurdere hvorfor det har oppstått underdimensjoner må de kvalitative kjennetegnene ved påstandene i de ulike dimensjonene analyseres. Winsteps PCA foreslår tre ulike dimensjoner, som vist i Tabell 5. Påstandene i tabellen er sortert etter ladning, et mål på hvor påstandene befinner seg i forhold til hverandre med tanke på dimensjonalitet (i et «standardized residual variance»-diagram). Påstanden med høyest ladning vil være lengst unna påstanden med lavest ladning. Det er særlig ett fellestrekk med påstandene på den venstre siden av Tabell 5 som peker seg ut. Alle 13 påstander med ladning>0 er negative påstander, noe som er høyt antall da totalt 16 av de 31 påstandene er negative. Multidimensjonaliteten i dette måleinstrumentet er med andre ord sterkt påvirket av bruken av både negative og positive påstander, et ventet resultat ut ifra tidligere forskning (Zhang, Noor & Savalei, 2016, s. 11-13). Selv om det er påvist en statistisk andre dimensjon, så er ikke multidimensjonaliteten tilstrekkelig til å skille ute andre måleinstrument. «Endimensjonalitet» er et valg basert på omstendigheter (Linacre, 2018, s. 556) og ut ifra måleinstrumentets hensikt så anses det som endimensjonalt.

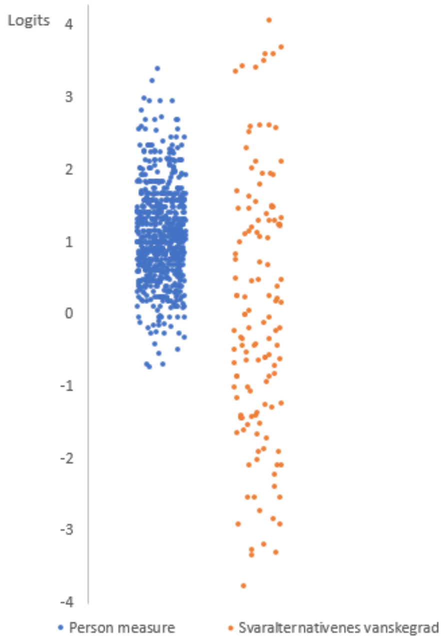
I tillegg til å se på måleinstrumentets helhetlige dimensjonalitet ble det også sett på om måleinstrumentets tre kategorier (læring i matematikk, undervisning i matematikk og matematikkens natur) utgjorde tre underdimensjoner. Resultatet fra PCA viste ingen tegn på at de tre kategoriene som måleinstrumentet består av utgjør noen dimensjoner. Læring i matematikk, undervisning i matematikk og matematikkens natur var spredt i samtlige av de tre dimensjonene Winsteps har foreslått. Det å bruke disse tre kategoriene i ett og samme måleinstrument er forsvarlig fra et dimensjonsperspektiv.

Tabell 5 Påstandenes dimensjoner

Påstand	Ladning	Gruppe	Påstand	Ladning	Gruppe
6Un-demonstrere	.54	1	20L-realworld	-.48	3
1Ln-prosedyrer	.51	1	22U-utivkle tro	-.47	3
3Ln-standardmet.	.51	1	19L-mønstre	-.45	3
11Ln-stand.god	.49	1	26N-samfunn	-.39	3
27Nn-regler	.49	1	10L-strat	-.35	3
15Un-huske	.41	1	30L-streve	-.35	3
13Un-stegforsteg	.35	1	24U-represent.	-.32	3
12Ln-rekkefølge	.22	2	14U-felles	-.31	3
21Ln-huskefomler	.21	2	17N-formell	-.31	3
25Nn-rett/galt	.17	2	5U-historie	-.23	3
23Un-isolert	.13	2	28L-kreativ	-.20	3
9Nn-forbli	.10	2	7Nn-abstrakt	-.19	3
8Nn-En måte	.01	2	33U-vurdering	-.19	3
			32U-ineffektive	-.15	2
			4U-resonnement	-.12	2
			29Ln-apper	-.11	2
			2L-bevis	-.07	2
			31Un-basisf.	-.05	2

U=undervisning, L=læring, N=natur og n=negativt ladet påstand

5.1.5 Variabelkart



Figur 6 Variabelkart med svaralternativenes vanskegradsmål og studentenes score

I variabelkaret plasseres påstandenes vanskegradsmål og respondentenes score langs én og samme logit-skala. Analysen av variabelkartet besto av å vurdere om påstandenes vanskegradsmål var jevnt fordelt, om respondentenes score var jevnt fordelt og hvordan scorene og vanskegradsmålene sto i forhold til hverandre. Variabelkartet ga også en visuell framstilling av fordelingen av studentenes oppfatninger som helhet.

Fordelingen av påstander var noe ubalansert i det originale variabelkartet, da det var lav tetthet av vanskegradsmål rundt 0.8 logits (vedlegg 3). For å få et mer nyansert bilde av påstandenes fordeling kan vi se på Andrich terskelverdier (threshold) istedenfor påstandenes vanskegradsmål. Andrich terskelverdier er parametere for Rasch-modellen som angir vanskegradsmål for hvert svaralternativ (Linacre, 2018, s. 515). Ved å bruke Andrich terskelverdier får vi fire ganger så mange vanskegradsmål, da hver påstand har fire svaralternativer. Det nye variabelkartet viste at vanskegradsmålene er spredt i et spenn mellom -4 og 4, og at ingen av respondentene falt utenom vanskegradsmålenes spenn. Det er likevel en ubalanse i måleinstrumentet. Tettheten av vankegradsmål rundt 3 logits var lav og spredningen til påstandene var ujevn i forhold til respondentene. Særlig nedre del av variabelkartet var ubalansert, som kom til syne i Tabell 6. Standardavvikene for svaralternativenes vanskegradsmål er større enn respondentenes score. Ideelt sett burde verdiene for de 50% lavest presterende og 50% enkleste svaralternativene samsvare. Med over 2 logits i forskjell mellom respondentenes og svaralternativenes gjennomsnitt understreker det ubalansen.

Tabell 6 Gjennomsnitt og standardavvik for score og vanskegradsmål

	50% høyest presterende β	50% vanskeligste δ	50% lavest presterende β	50% enkleste δ
Gjennomsnitt	1.61	1.44	0.61	-1.44
Standardavvik	0.45	1.10	0.35	0.93

5.1.6 Oppsummering av måleinstrumentet

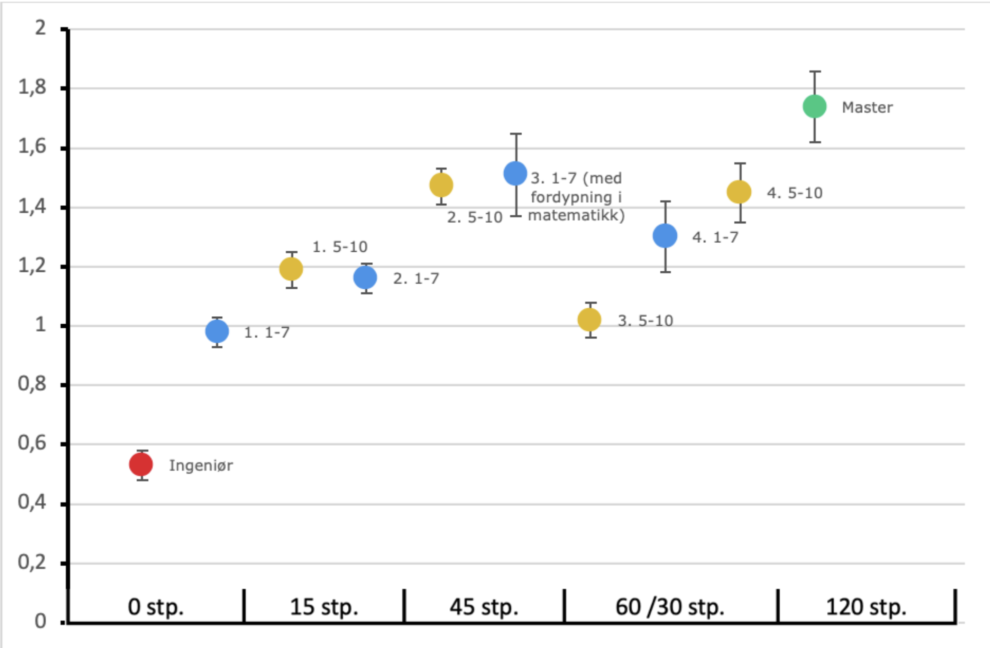
Ut ifra føringer for reliabilitet og anbefalte verdier for måleinstrumentets egenskaper, så viser resultatene fra valideringen at måleinstrumentet hadde akseptable verdier. Instrumentet kunne derfor anses som tilstrekkelig invariant og endimensjonalt for å samle inn data til videre Rasch-analyser av lærerstudenters oppfatninger av matematikk.

5.2 Lærerstudenters oppfatning av matematikk

For å besvare forskningsspørsmålet om hvilke forskjeller det kan være mellom lærerstudenters oppfatning av matematikk på ulike stadier av studiet, har jeg valgt å presentere gjennomsnittscorer og spredningsmålene til de ulike gruppene. Gjennomsnittsscorene er basert på en Rasch-analyse. I tillegg vil t-tester og en enveis-ANOVA bli presentert for å underbygge hovedfunnene.

5.2.1 Studenters oppfatninger på ulike stadier

For å besvare forskningsspørsmålet har gjennomsnittlige scorer for hver av de ti gruppene studenter blitt plottet inn i Figur 7. Gjennomsnittscoren var den gjennomsnittlige scoren (person measure) respondentene fikk fra Racsh-analysen. Jo høyere score, jo mer problemløsningsorientert var gruppen studenter. Inndelingen av grupper har tatt utgangspunkt i studieprogram og studieår. Siden 1-7 og 5-10 er to ulike studieløp med ulikt antall studiepoeng for hvert studieår, så jeg det som hensiktsmessig å skille mellom studieprogram. Gruppene «Master» og «Ingeniør» er unntak som består av studenter fra flere studieår. Dataingeniørstudentene ble tatt med som en gruppe for å kunne sammenlignes med lærerstudentene, da dataingeniørstudentene hadde kompetanse i matematikk, men ikke matematikkdidaktikk. Jeg vil trekke fram to funn fra Figur 7.



Figur 7 Gjennomsnittlig score med standardfeil for ulike grupper studenter. Y-aksen oppgitt i logits. X-aksen er oppgitt studiepoeng. Studentene i 3. 5-10 og 4. 5-10 hadde 60 studiepoeng. Studentene i 4. 1-7 hadde enten 30 eller 60 studiepoeng.

Ut ifra de gjennomsnittlige scorene for de ulike studieårene så det tilsynelatende ut til at det ikke var noen sammenheng mellom studentenes oppfatninger av matematikk på ulike stadier av utdanningen. For å få mer nyanserte grupper ble gruppene inn etter studieretning i tillegg til studieår, slik at gruppene kunne sammenlignes på bakgrunn av antall studiepoeng i matematikk. Disse gruppenes gjennomsnittlige score er illustrert i Figur 7. Ut ifra disse scorene så kan man se noen sammenhenger mellom antall studiepoeng og score, men likevel ingen generell sammenheng mellom studiepoeng og score. I metodekapittelet ble de ulike gruppenes sammensetning belyst for å vurdere hvilke av gruppene som var representativ for sitt studieår og studieretning. Da ble gruppene «3. 5-10», «4- 1-7» og «4. 5-10» ansett som ikke representative for sitt studieår/studieretning på grunn av størrelsen på utvalget og lav diversitet med tanke på fagkombinasjoner. Tas disse gruppene ut av vurderingen, kommer en tydelig sammenheng til syne.

5.2.1.1 Fellestrekk mellom grupper med samme antall studiepoeng

I samtlige grupper, hvor studentene tok et matematikkdidaktisk fag, var det en positiv tendens med tanke på problemløsningsorientert oppfatning av matematikk. En enveis ANOVA (variansanalyse) av samtlige grupper viste at gruppene var signifikant forskjellige ($p < .001$). Gjennomsnittsscoren var høyere jo lenger ut i studieløpet en kommer for studenter som tok studiepoeng i matematikkdidaktikk da datainnsamlingen ble gjennomført. Dette gjaldt både 1-7 og 5-10. Samtlige grupper med lærerstudenter fra første og andre studieår, samt «3. 1-7» og «master» var gruppene som tok et matematikkdidaktisk fag da denne undersøkelsen ble gjennomført. Jeg vil presisere at «3. 5-10», «4. 1-7» og «4. 5-10», som avvikte fra den positive tendensen, hadde fullført sine matematikkdidaktiske fag før denne undersøkelsen ble gjennomført. «3. 5-10», gruppen som avvikte mest fra den positive tendensen, scorte signifikant lavere ($p < .001$) enn «2. 5-10» på måleinstrumentets tre kategorier.

Studieløpet til 1-7 og 5-10 er ulike med tanke på antall studiepoeng i matematikkdidaktikk og når de tas (Tabell 2). Det har resultert i at «2. 1-7» og «1. 5-10» hadde like mange studiepoeng i matematikkdidaktikk da undersøkelsen ble gjennomført. Det samme gjaldt «3. 1-7» og «2. 5-10». Ser man på studentenes gjennomsnittlige score (Figur 7) med utgangspunkt i antall studiepoeng studentene har i matematikkdidaktikk, så har disse gruppene tilsvarende scorer. Med andre ord så viser resultatene at lærerstudentene med like mange studiepoeng har omtrentlig lik score, gitt at studentene tar et matematikdidaktisk fag når undersøkelsen gjennomføres. Det er derfor interessant at «3. 5-10» scorer betraktelig lavere enn studenter som har færre studiepoeng. Potensielle faktorer som kan ha forårsaket den lave scoren vil bli diskutert i diskusjonskapittelet.

Masterstudentene scorer høyest i samtlige kategorier og dataingeniørstudentene svarer lavest i samtlige kategorier. En t-test mellom masterstudentene og gruppen med nest høyest score (3. 1-7 (fordypning i matematikk)) viser at masterstudentene ikke scorer signifikant høyere enn «3. 1-7 i de tre kategoriene».

5.2.1.2 Dataingeniørestudentene

En t-test mellom dataingeniørstudentene og gruppen med nest lavest score (1. 1-7), viste at dataingeniørstudentene scorte signifikant lavere i samtlige kategorier.

Med en gjennomsnittlig score på .53 var dataingeniørstudentene .45 logits lavere enn gruppen med lærerstudenter med lavest score. Dette funnet indikerer at lærerstudenter har en mer problemløsningsorientert oppfatning av matematikk enn dataingeniørstudentene. Et annet interessant funn fra dataingeniørstudentene var de marginale forskjellene mellom dataingeniørstudenters oppfatninger av matematikk det første og tredje studieåret. Forskjellene var ikke nevneverdige og de ble derfor satt sammen til én gruppe. Den manglende forskjellen kan tyde på at undervisningen i matematikk på en dataingeniørutdanning ikke fremmer utvikling av studentenes oppfatning av matematikk mot en problemløsningsorientert retning.

Ett fellestrekk for dataingeniørstudentene var at alle hadde fullført matematikkfaget R2 fra videregående opplæring eller tilsvarende forkurs til ingeniørstudiet, da dette var et krav for å komme inn på studiet. På grunnskolelærerutdanningen er det ikke krav om R2 for å komme inn. For å undersøke om det var en sammenheng mellom R2 og score ble det gjennomført t-tester. T-testene ble kjørt i de fire største gruppene med lærerstudenter mellom lærerstudenter som hadde fullført R2 og lærerstudenter som ikke hadde det. Analysen viste at det ikke var signifikante forskjeller mellom lærerstudenter med og uten R2.

5.2.2 Underkategoriene

Måleinstrumentet består av de tre kategoriene; oppfatninger av undervisning i matematikk, læring i matematikk og matematikkens natur. De teoretiske kategoriene utgjorde ingen dimensjoner i Rasch-analysen, men det er likevel noen forskjeller mellom de ulike kategoriene og gruppene som er verdt å se nærmere på. I Tabell 7 er gjennomsnittscoren til de ulike gruppene for hver av de tre kategoriene. Det er i tillegg lagt til signifikansnivå, da det har blitt foretatt t-tester mellom gruppene innad i 1-7 og 5-10. Det er særlig to funn knyttet til signifikans og gjennomsnittscore for de ulike kategoriene som jeg anser som viktige for oppgavens forskningsspørsmål.

Tabell 7 Gjennomsnittscore for ulike grupper

	Ingeniør	**1-7**		**5-10**		**Master**
		1. år	**2. år**	**1. år**	**2. år**	
Natur	,77	1,01	1,09	1,28	1,39	1,55
Undervisning	,37	,97	1,06	1,33	1,72**	1,93
Læring	,60	,94	1,32**	1,08	1,35**	1,79
Total	,53	,98	1,16**	1,19	1,47**	1,74

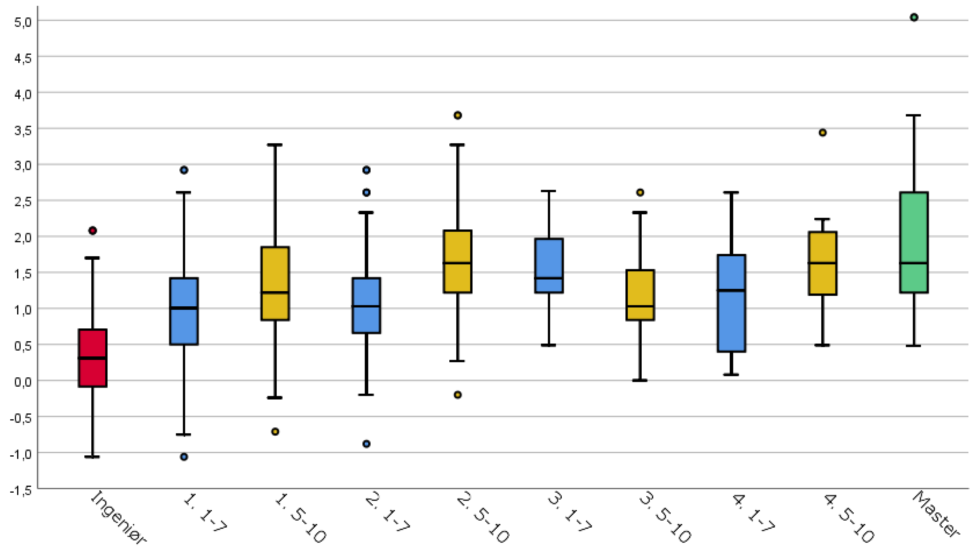
*p≤5%, **p≤1%: signifikant forskjell mellom første og andre studieår

5.2.2.1 Forskjeller mellom 1-7 og 5-10 i ordinært studieløp med matematikkdidaktikk

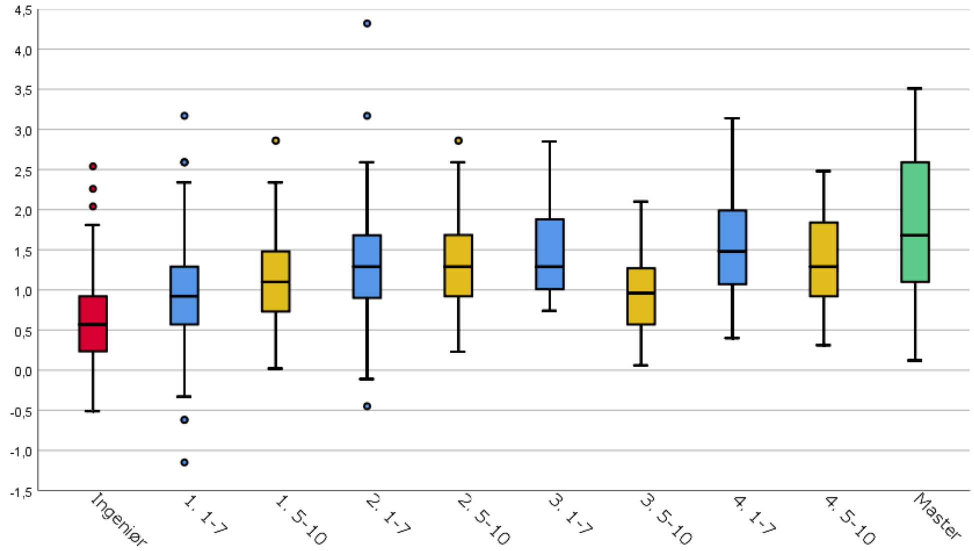
1-7 og 5-10 er egne studieløp som har egne emneplaner for matematikkdidaktikk. Innad på trinnene var det signifikant forskjell ($p < .01$) mellom totalscoren 1-7 og 5-10 på første og andre studieår. En nærmere analyse av den gjennomsnittlige scoren for gruppene på tvers av trinn viste at 1-7-studenter og 5-10-studenter med like mange studiepoeng hadde relativt like scorer. En t-test av de gjennomsnittlige scorene til hver kategori viste signifikante ($p < .01$) forskjeller mellom to kategorier til «2. 1-7» og «1. 5-10», to grupper med relativ lik gjennomsnittlig score. Studentene på 1-7 andre studieår scorer sterkt (1.32) på læring, mens førsteårsstudentene på 5-10 scorer signifikant svakere (1.08). For undervervisning er det omvendt der 5-10 scorer sterkt (1.33), mens 1-7 scorer signifikant svakere (1.06). Ut fra disse funnene kan det indikere på at lærerstudenter som går 1-7 har oppfatninger som er mer fordelaktig når det kommer til læring i matematikk, mens lærerstudentene på 5-10 har oppfatninger som er mer fordelaktig når det kommer til undervisning i matematikk.

5.2.3 Spredning på ulike stadier av studiet

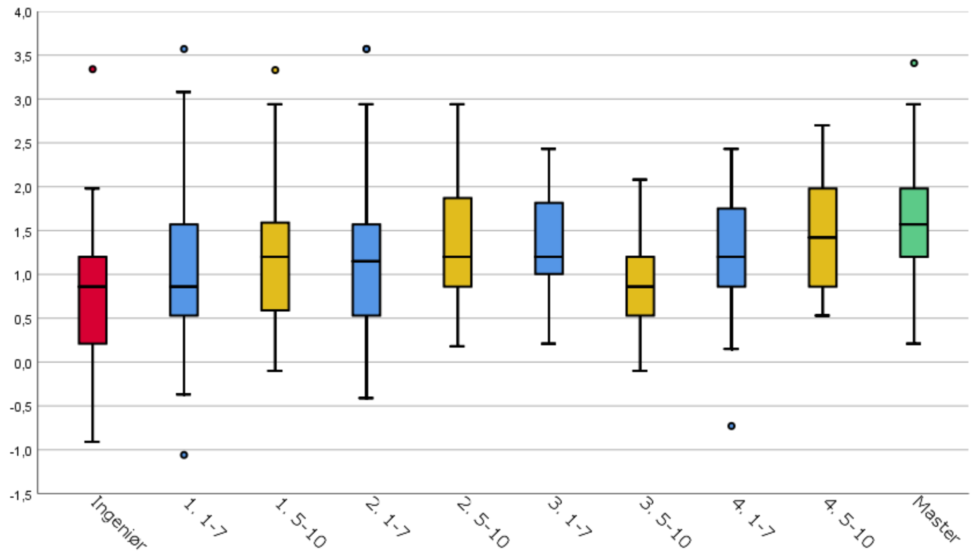
Ett aspekt ved lærerstudentenes oppfatninger av matematikk er om studenter i det samme studieløpet på det samme stadiet av utdanningen har like oppfatninger av matematikk. For å presentere studentenes spredning har studentenes score for hver kategori blitt lagt inn i et boksdiagram der y-aksen viser studentenes kompetanse (score). Tilfeller av sterkt avvikende verdier (outliers) er illustrert med små sirkler i bokdiagrammet.



Figur 8 Boksdiagram av studentenes oppfatning av undervisning i matematikk



Figur 9 Boksdiagram av studentenes oppfatning av læring i matematikk



Figur 10 Boksdiagram av studentenes oppfatning av matematikkens natur

Årsaken til at funnene blir presentert i et boksdiagram er for å få fram to poeng.

1. Gruppen «Master» scorer høyest på samtlige kategorier, likevel overlapper minst 50 % av masterstudentene med gruppen ingeniører, gruppen med lavest gjennomsnittscore i samtlige kategorier. Det indikerer at de 50 % masterstudentene som scorte lavest hadde oppfatninger som var like problemløsningsorientert som enkelte dataingeniørstudenter.

2. Det var ingen nevneverdig systematisk forskjell i spredningen mellom de tre kategoriene.

6 Diskusjon

Hensikten med denne masterstudien var å se om lærerstudenter på ulike stadier av utdanningsløpet hadde ulike oppfatninger av matematikk. For å besvare den overordnede problemsstillingen var det nødvendig å dele den opp i mindre forskningsspørsmål. De metodiske grepene knyttet til å besvare problemsstillingen min har vært avgjørende for å få resultater med høy validitet. Måleinstrumentets egenskaper er derfor viet et eget forskningsspørsmål. I tillegg har lærerstudentens oppfatninger blitt sammenlignet opp mot en gruppe dataingeniørstudenter for å se lærerstudentenes oppfatninger i en større sammenheng. Denne masteroppgaven skal dermed svare på følgende problemsstilling og tilhørende forskningsspørsmål:

«Hva kjennetegner lærerstudenters oppfatninger av matematikk på ulike stadier av utdanningsløpet?»

1. Hvor godt lar lærerstudenters oppfatning av matematikk seg måle med en Rasch-modell i en norsk kontekst?
2. Er det forskjeller mellom lærerstudenters oppfatning av matematikk på ulike stadier av studieløpet?
3. Er det forskjeller mellom lærerstudenters og dataingeniørstudenters oppfatning av matematikk?

Personreliabiliteten til måleinstrumentet indikerte at måleinstrumentet var reliabelt. Analysene knyttet til måleinstrumentets egenskaper viste at måleinstrumentets invarians, dimensjonalitet og fit var akseptable. Resultatene fra analysen viste at det var forskjeller mellom lærerstudentenes oppfatninger av matematikk på ulike stadier av utdanningsløpet, der gruppen lærerstudenter med flest studiepoeng hadde de oppfatningene som er mest ønskelig fra et matematikkdidaktisk ståsted. Gruppen dataingeniørstudenter hadde signifikant og betraktelig lavere score enn lærerstudentene. I dette kapittelet vil jeg diskutere og aktualisere disse funnene i lys av tidligere forskning og teori.

6.1 Lærerstudenters oppfatninger på ulike stadier

Bakgrunnen for min problemsstilling var en antakelse om at lærerstudenter med flere studiepoeng hadde en mer problemløsningsorientert oppfatning av matematikk enn lærerstudenter med færre studiepoeng. I norske retningslinjer for grunnskolelærerutdanning (Kunnskapsdepartementet, 2014) og NCTM (2014) sine anbefalinger for effektiv læring og undervisning i matematikk var det et fokus på å fremme en problemløsningsorientert matematikkundervisning. Selv om det har blitt anbefalt å fremme problemløsningsorientert matematikkundervisning i en årrekke fra både det matematikkdidaktiske forskningsmiljøet og fra politisk hold, så henger den instrumentelle tilnærmingen til matematikkundervisning igjen i flere norske klasserom (Klette et al., 2007). Lærerstudentenes oppfatninger av matematikk blir formet både bevisst og ubevisst gjennom deres tidligere erfaringer som elev/lærende i matematikk (Thompson, 1992, s. 135). Det er en indikasjon på at det kan oppstå et misforhold mellom lærerstudenters tidligere oppfatninger av matematikk og de nye oppfatningene som forsøkes å implementeres gjennom grunnskolelærerutdanningen. Hvordan lærere oppfatter matematikk er med på å påvirke deres undervisningspraksis (Ernest, 1989a) og kan derfor ses på som en del av lærerens kompetanse. Teorien, metoden, analysen og funnene som er presentert tidligere i oppgaven, skal nå drøftes lys av tidligere forskning og teori.

Resultatene fra min masteroppgave viste at antakelsen min stemte delvis. I utgangspunktet kunne det se ut som at det ikke var en sammenheng mellom gruppenes gjennomsnittscore og studiepoeng. Etter å ha tatt ut grupper som ikke var representative for sitt studieår og studieretning, ble sammenhengen mer tydelig. For studenter som tok studiepoeng i matematikkdidaktikk da datainnsamlingen ble gjennomført, var gjennomsnittsscoren høyere jo lenger ut i studieløpet studenten var kommet.

Gruppen av lærerstudenter med flest studiepoeng i matematikkdidaktikk, masterstudentene, hadde de mest problemløsningsorienterte oppfatningene av samtlige grupper. Det var likevel ikke slik at studenter med flere studiepoeng nødvendigvis hadde mer problemløsningsorienterte oppfatninger enn studenter med flest studiepoeng i matematikkdidaktikk. Spredningen av scorene til lærerstudentene i de ulike gruppene for kategoriene av oppfatninger (s. 50) viste at enkelte masterstudenter scorte lavere enn enkelte dataingeniørstudenter. Med utgangspunkt i de gjennomsnittlige scorene, så var antakelsen min konsistent med gruppene som tok et matematikkdidaktikkfag da undersøkelsen min ble gjort. For gruppene som besto av lærerstudenter som var ferdige med sine fag i matematikkdidaktikk så resultatene annerledes ut. En av studentgruppene som var ferdig med matematikkdidaktiske fag (3. 5-10) scorte signifikant lavere enn tilsvarende gruppe på årstrinnet under. To av de andre gruppene avvikte noe fra den tilsynelatende positive tendensen. Disse gruppenes lave score kan ha vært påvirket av at de besto av små utvalg med lav diversitet av fagkombinasjoner i forhold til de virkelige populasjonene. Jeg har derfor tillagt disse gruppene mindre vekt i tolkningen av hovedfunnene enn gruppene som er mer representative for sine populasjoner. Sammensetningen av gruppene ble presentert i metodekapittelet og vil bli diskutert senere i diskusjonskapittelet.

Resultatene mine viste at gruppene «3. 1-7» og «Master» som besto av studenter som hadde valgt fordypning i matematikkdidaktikk scorte best. Betyr deres sterke score at flere studiepoeng i matematikkdidaktikk vil gi lærerstudenter med mer problemløsningsorienterte oppfatninger? Ikke nødvendigvis. Disse to gruppene besto kun av studenter som hadde valgt matematikkdidaktisk fordypning framfor andre universitetsfag. Hva som forårsaket deres sterke scorer er et interessant spørsmål som ikke kan besvares med en slik tverssnittundersøkelse. Hvorvidt det var deres interesse for matematikk, antall studiepoeng i matematikkdidaktikk, faglig dyktighet, en blanding av disse faktorene eller noe helt annet som forårsaket scorene er uvisst. Utvalgsstørrelsen på disse to gruppene bør også tas i betraktning. «3. 1-7» og «Master» har forholdsvis små utvalg, henholdsvis N=19 og N=37. Med tanke på at det er en innsnevring av antall lærerstudenter i fordypningsgruppene i matematikkdidaktikk bør det ikke utelukkes at endringen av utvalgsstørrelsen kan ha en effekt på scoren til gruppene. Det vites ikke om det er studentene med de mest problemløsningsorienterte oppfatninger som velger fordypning eller om studenter som velger fordypning utvikler mer problemløsningsorienterte oppfatninger. En longitudinell undersøkelse av de samme gruppene ville kunne påvise en potensiell utvikling hos studentene.

6.1.1 1-7 og 5-10

Deler av mine funn var konsistente med at undervisning i matematikkdidaktikk fremmer studentenes problemløsningsorienterte oppfatninger. Siden denne masteroppgaven var en tverrsnittstudie, så har jeg ikke data på om oppfatningene utvikler seg som en følge av undervisning i matematikkdidaktikk. Jeg har likevel funn som bygger opp under min påstand at undervisning i matematikkdidaktikk kan fremme studentenes problemløsningsorienterte oppfatninger. Den største indikatoren var de signifikante forskjellene mellom første og andre studieår på 1-7 og 5-10. Jeg vil argumentere for at disse fire utvalgene på første og andre studieår hadde de likere forutsetningene for å besvare spørreskjemaet mitt av lærerstudentene. Disse fire utvalgene besto av studenter som hadde møtt opp til ikke-obligatorisk undervisning i matematikkdidaktikk. I tillegg var disse gruppene de eneste som gikk det obligatoriske løpet i matematikkdidaktikk da datainnsamlingen foregikk. De andre gruppene hadde noe annerledes forutsetninger for å delta i spørreundersøkelsen, ut ifra størrelse på gruppe, sammensetning av gruppe eller at studentene hadde valgt/ikke valgt fordypning i matematikkdidaktikk.

Hvorvidt det var forskjeller mellom 1-7 og 5-10 var interessant fra flere aspekter. Høsten 2010 ble allmennlærerutdanningen erstattet med grunnskolelærerutdanningen 1-7 og 5-10 (Kunnskapsdepartementet, 2010a) for å spesialisere lærerstudentene inn mot trinnet de skulle jobbe på. Det innebar én matematikkutdanning for 1-7 og én for 5-10. Funnene mine viste at studentene på 1-7 og 5-10 hadde ulike oppfatninger av matematikk. Ser man kun på resultatene for gruppene som gikk det ordinære matematikkdidaktikkløpet uten fordypning, så var det signifikante forskjeller mellom 1-7 og 5-10 innad på første og andre studieår. 5-10 sin score var høyere enn 1-7 sin for begge disse årene. Det innebar at studentene på 5-10 hadde mer problemløsningsorienterte oppfatninger enn studentene på 1-7 på samme studieår. Det interessante i dette datamaterialet var at forskjellen mellom totalscoren til 1-7 og 5-10 ble tilnærmet utjevnet da gruppene ble sammenlignet på bakgrunn av studiepoeng istedenfor studieår. «2. 1-7» og «1. 5-10» hadde begge 15 studiepoeng i matematikkdidaktikk da datainnsamlingen ble gjennomført. Selv om scorene til «2. 1-7» og «1. 5-10» var forholdsvis like viste analysen av scoringstrukturen til de to gruppene at oppfatningen deres av matematikk var ulike. Fra å ha relativt jevne scorer for hver kategori første studieår, så var det en signifikant positiv forskjell mellom første og andre studieår for kategorien læring (Tabell 7). Det innebærer at lærerstudenter som gikk 1-7 hadde oppfatninger som var mer fordelaktig for læring enn undervisning ifølge mitt datamateriale. Dette var i motsetning til 5-10 første og andre studieår. Datamaterialet indikerte at lærerstudentene på 5-10 hadde oppfatninger som var mer fordelaktig for undervisning enn læring.

6.1.2 Avvikende grupper

For å få et så valid resultat som mulig, bør utvalget av respondenter være utvalgt på så like premisser som mulig. Utvalget av respondenter kan være med på påvirke resultatene. Min innhenting av data kan være en potensiell faktor som har påvirket resultatene, da samtlige responser i denne undersøkelsen var hentet inn fra studenter som var i undervisning. For å få flest mulig studenter til å besvare spørreskjema mitt møtte jeg opp i undervisningen til de potensielle respondentene.

Den generelle tendensen i diagrammet for studentenes gjennomsnittlige score (Figur 7) viste en potensiell sammenheng mellom studentenes studiepoeng i matematikkdidaktikk og studentenes oppfatning av matematikk. Det var likevel ikke alle gruppene som fulgte den positive trenden. Gruppene «3. 5-10», «4. 5-10» og «4. 1-7» var ikke konsistente med de andre funnene, tre grupper som var ferdige med sine obligatoriske fag i matematikkdidaktikk. Årsaken til disse avvikene kan være mange og komplekse. En potensiell årsak kan være sammensetningen og størrelsen på gruppene. Målefeil vil alltid oppstå i en psykometrisk måling i større eller mindre grad. På grunn av størrelsen på flere av gruppene, så hadde enkelte små grupper betraktelig større standardfeil enn de større gruppene. Målingene av de mindre gruppene var dermed mindre reliable enn de større gruppene. «4. 5-10» og «4. 1-7» var to av gruppene med få respondenter, henholdsvis, N=22 og N=31. Det knyttes derfor usikkerhet til hvor presise deres gjennomsnittlige score var.

I og med at enkelte grupper besto av relativt få respondenter, så var gruppene med få respondenter mer sårbare for at enkeltbesvarelser skulle utgjøre større forskjeller for gruppas gjennomsnittscore enn større grupper. Jeg anser det derfor som spesielt viktig å redegjøre for potensielle faktorer i sammensetningen av gruppene som kan påvirke resultatene, da enkeltpersoner kan ha påvirket de gjennomsnittlige scorene i større grad. Datainnsamlingen av de tre gruppene som avvikte fra tendensen foregikk i ikke-matematikkdidaktiske undervisningstimer. Det innebærer at disse gruppene hadde mindre diversitet knyttet til fagkombinasjoner enn gruppene fra første og andre studieår. Gruppen «3. 5-10» besto kun av lærerstudenter som tok realfagene, mens studentene fra fjerde studieår var hovedsakelig lærerstudenter som tok faget spesialpedagogikk og en liten gruppe som tok kunst og håndverk. Det er sterke indikasjoner i datamaterialet på at forklaringen på «4. 1-7» negative forskjell fra «3. 1-7» kommer av at majoriteten av lærerstudentene i «4. 1-7» ikke tok fordypning i matematikkdidaktikk. På grunn av få fjerdeårsstudenter 1-7 i utvalget ble både studentene med og uten fordypning satt sammen i «4. 1-7». Det innebærer at lærerstudentene i «3. 1-7» har flere studiepoeng i matematikkdidaktikk enn majoriteten i «4. 1-7».

En annen betraktning tilknyttet sammensetningen av gruppene var at det var obligatorisk undervisning for gruppene «3. 5-10» og deler av «4. 5-10» da dataene ble innhentet. Det innebærer at respondentene fra disse to fagene besto av samtlige studenter som gikk i disse to klassene. I de andre gruppene i datamaterialet var studentene i ikke-obligatorisk undervisning da datainnsamlingen ble gjort. Flere av disse matematikkdidaktikklassene hadde derfor fravær. Forskning har vist at det er en sammenheng mellom oppmøte i undervisning og bedre prestasjoner i matematikk (Cretchley, 2005). Hvorvidt det er sammenheng mellom fravær og lærerstudentenes oppfatning av matematikk fant jeg ingen forskning på, men med tanke på sammenhengen mellom prestasjon og oppmøte, bør fravær i enkelte grupper i hvert fall tas i betraktning i tolkningen av resultatene.

Den lave scoren til «3. 5-10» var oppsiktsvekkende. Dette var studenter med 60 studiepoeng i matematikkdidaktikk og fem fullførte semestre med lærerstudiet og praksis. «3. 5-10» scorte signifikant lavere ($p < 0.001$) enn «2. 5-10» i samtlige kategorier, en gruppe med både mindre praksis og studiepoeng i matematikkdidaktikk. Både «3. 5-10» og «4. 5-10» hadde lik mengde studiepoeng i matematikkdidaktikk og var fulltallige klasser i datasettet. Likevel så scorer «4. 5-10» høyere. Om det var fagkombinasjonen, utvalget, tid uten matematikkdidaktikkundervisning eller en annen faktor som spilte inn på «3. 5-10» score, så var det en indikasjon på at det var mer enn studiepoeng i matematikk og praksis som spilte inn på lærerstudentenes oppfatninger av matematikk.

6.1.3 I lys av tidligere forskning

Den eksterne validiteten til et forskningsprosjekt er det viktigste aspektet av validitetsaspektene (Wolfe & Smith, 2007b, s. 220). Det handler om i hvilken grad målene er relatert til eksterne målinger på det samme begrepet, like begreper og andre begreper. På grunn av manglende kvantitativ forskning i Norge på lærerstudenters oppfatninger har jeg vært nødt til å se på tilsvarende forskning i utlandet og kvantitative studier på affektive sider her i Norge. Det har vært utfordrende å søke etter forskning i fagområdet for affektive sider ved matematikk da defineringen av begrepene enten var manglende eller ulike. Forskning på oppfatninger av matematikk kan derfor ha gått under begreper som syn på, forestillinger av, holdninger til eller tanker om matematikk. I en norsk kontekst var Smestad et al. (2011) sitt kvantitative forskningsprosjekt om norske lærerstudenters holdninger mest relevant.

Studien til Smestad et al. (2011) viste at det var store forskjeller mellom 1-7 og 5-10 når det gjaldt studentenes holdninger til og erfaringer med matematikkfaget og at det tradisjonelle synet på matematikk (jeg tolker dette som instrumentell oppfatning av matematikk) fremdeles sto sterkt. Min studie hadde ikke til hensikt å vurdere om studentenes oppfatninger enten var instrumentelle eller problemløsende. Min studie hadde til hensikt å undersøke hvor problemløsningsorienterte oppfatningene til lærerstudentene var i forhold til andre grupper lærerstudenter og til gruppen med dataingeniørstudenter. Jeg kan likevel si at jeg ikke ser tegn i datamaterialet mitt som indikerer at en instrumentell oppfatning av matematikk står «sterkt» som Smestad et al. (2011) skriver i sin artikkel. Ut ifra fordelingen av svaralternativenes vanskegrad og respondentenes score i variabelkartet (Figur 6) kan jeg ikke finne indikasjoner på at instrumentell oppfatning var den gjeldene oppfatningen hos lærerstudentene. De 50 % svaralternativene med lavt vanskegradsmål var ubalanserte i forhold til respondentene, da respondentenes scorer var høyere enn svaralternativenes vanskegrad på variabelkartet. De øvre 50 % svaralternativenes var godt balanserte (Tabell 6). Det betyr at det var en stor enighet blant lærerstudentene på flere av måleinstrumentets påstander (med lav score), noe som igjen indikerer på at lærerstudentenes oppfatninger hadde flere trekk som var forenelig med en problemløsningsorientert oppfatning av matematikk. Den tilsynelatende manglende konsistensen med Smedstad et al. (2011) sitt funn om «tradisjonelt syn» på matematikk er interessant. Hvorvidt det har skjedd en utvikling fra 2011 kan ikke besvares med mitt datamateriale. Deler av mitt datamateriale kan likevel brukes til å undersøke hvorvidt studentene hadde en instrumentell, platonsk eller problemløsende oppfatning av matematikk. Datamaterialet som ble hentet inn med påstandene i måleinstrumentet som er knyttet til Beswick (2005) sin modell kan brukes til å undersøke hvilken undervisningsstil lærerstudentenes oppfatninger er mest kompatibel til. Jeg anbefaler derfor videre forskning på dette området.

Som nevnt i forrige avsnitt, så fant Smedstad et al. (2011) større forskjeller mellom 1-7 og 5-10. Funnene omhandlet studentenes holdninger til og erfaringer med matematikkfaget. Mine funn viste også ulikheter mellom 1-7 og 5-10. Smedstad et al. (2011) funn var koblet til andre affektive sider ved matematikk enn kun oppfatninger. Mine funn indikerte på at forskjellene mellom 1-7 og 5-10 var avhengig om man sammenlignet på grunnlag av studiepoeng eller studieår. Ellers viste funnene at 1-7 og 5-10 scorte ulikt i de ulike kategorier av måleinstrumentet, selv om den gjennomsnittlige scoren var tilnærmet lik. Forskjellene mellom oppfattingene på 1-7 og 5-10 i Norge kan ses som et nytt funn, men likevel konsistent med Smedstad et al. (2011) funn.

Tidligere forskning som er gjort på lærerstudenters oppfatning av matematikk viser at matematikkdidaktiske fag fremmer problemløsningsorienterte oppfatninger hos lærerstudenter (Beswick & Dole, 2001; Aldridge & Bobis, 2001; Wilkins & Brand, 2004). Funnene i disse studiene er basert på studentenes utvikling, mens mine funn er basert på oppfatning på ulike stadier. Siden min studie var en tverrsnittstudie kan jeg ikke vite om forskjellene mellom scorene kom på grunn av studentenes utvikling eller andre faktorer. Jeg vil likevel si at mitt hovedfunn var konsistent med den tidligere forskningen. Gjennomsnittsscoren for studenter som tok studiepoeng i matematikkdidaktikk da datainnsamlingen ble gjennomført var høyere jo lenger ut i studieløpet de var kommet. Ut ifra disse gruppene kunne det se ut til at det var en positiv tendens for studentene jo flere studiepoeng studentene tok i matematikkdidaktikk. Dataingeniørstudentenes signifikant lavere score vil jeg også anse som konsistent med den tidligere forskningen, da dataingeniørstudentene ikke skoleres i matematikkdidaktikk.

6.2 Lærerstudenter og dataingeniørstudenter

Hensikten med å ta med dataingeniørstudentene som en gruppe var for å se om det var forskjeller mellom oppfatningene til lærerstudenter med matematikkdidaktikkfag og ingeniørstudenter med matematikkfag, men ikke matematikkdidaktikk. Resultatene viste tydelige forskjeller mellom lærerstudentene og dataingeniørstudentenes oppfatninger av matematikk. Lærerstudentene 1-7 første studieår var lærerstudentene som hadde den minst problemorienterte oppfatningen av matematikk. Likevel scorer «1. 1-7» signifikant høyere for både matematikkens natur, læring i matematikk og undervisning i matematikk enn dataingeniørstudentene. Sammenligningen av lærerstudentene 1-7 første studieår og dataingeniørstudentene er interessante av særlig én grunn. Datainnsamlingen til denne masteroppgaven foregikk i lærerstudentenes andre studieuke med matematikkdidaktikk, da 1-7-studenter ikke har matematikkdidaktikkundervisning før 2. semester. Det innebærer at lærerstudenter uten særlig matematikkdidaktisk erfaring hadde en mer problemløsningsorientert oppfatning av matematikk enn dataingeniørstudenter.

I utgangspunktet hadde ingen av disse to gruppene hatt nevneverdig undervisning i matematikkdidaktikk og scorene var derfor noe overraskende. I et forsøk på å forklare potensielle årsaker til den signifikante forskjellen, så jeg på forskjeller i gruppenes erfaringer med matematikk fra videregående opplæring, da oppfatninger lar seg forme fra tidligere erfaringer med matematikk (Green (1971) i Thompson, 1992, s. 130). For å komme inn på dataingeniørstudiet må studentene ha fullført matematikkfaget R2 fra videregående opplæring eller tilsvarende forkurs. På grunnskolelærerutdanningen var det ingen krav om R2. Dataingeniørstudentene erfaringer fra videregående opplæring kunne tilsynelatende se ut som potensiell medvirkende kilde til den signifikante forskjellen, men dette ble avkreftet i resultatkapittelet.

En potensiell forklaring på forskjellen mellom dataingeniørstudentene og førsteårsstudentene 1-7 kan forklares fra et teoretisk perspektiv. Selv om «1. 1-7» ikke hadde hatt mer enn to uker med undervisning i matematikkdidaktikk, så hadde lærerstudentene hatt praksis og der de sannsynligvis har fått både praktisere, observere og diskutere matematikkdidaktikk i praksis. Praksis har en sentral rolle i oppfatningsendringer. For at en endring skal oppstå, må lærerstudentene oppleve at oppfatningene fungerer i praksis (Grootenboer, 2008, s. 481). Manglende forankring i teori kan derfor ha blitt kompensert med praksis, der studentene kunne ha fått matematikkdidaktisk veiledning av en praksislærer. Ved å gjennomføre måleinstrumentet på lærerstudenter før de går ut i praksis, kan det potensielt vise om det er praksis som påvirker studentenes oppfatninger eller andre faktorer.

6.3 Måleinstrumentet

Mitt arbeid med måleinstrumentet jeg har videreutviklet i denne masteroppgaven kan kokes ned til tre punker. 1. Jeg har videreutviklet et måleinstrument til en norsk kontekst. 2. Jeg har validert måleinstrumentet og vist at lærerstudenters oppfatning av matematikk kan måles på en endimensjonal variabel. 3. Jeg har vist at måleinstrumentet fungerer til sin hensikt med en Rasch-modell.

Utgangspunktet for mitt måleinstrument var Evans (2003) sitt måleinstrument for lærerstudenters oppfatninger av matematikk. Dette måleinstrumentet ble utviklet for over 15 år siden for amerikanske lærerstudenter. Det var dermed ikke opplagt at måleinstrumentet skulle passe for dagens norske lærerstudenter og oppdaterte lærerplaner. Det var heller ikke opplagt at måleinstrumentet skulle oppfylle Rasch-modellens krav for gitte egenskaper. Resultatene fra valideringsprosessen viste at måleinstrumentet holdt mål med tanke på det rent tekniske. En oppgaves validitet og reliabilitet kan aldri være helt vanntett. I arbeidet med å sørge for et valid og reliabelt forskningsprosjekt vil det derfor være snakk om i *hvilken grad* prosjektet er valid og reliabelt (Wolfe & Smith, 2007b, s. 99). I min masteroppgave har jeg brukt Wolfe og Smith (2007a, 2007b) sitt rammeverk for validitet og reliabilitet tilknyttet Rasch-modellen. I dette delkapittelet vil jeg drøfte hvorvidt forskningsprosjektet mitt er valid og reliabelt i lys av valgte rammeverk. I tillegg vil jeg se på hvordan måleinstrumentet mitt kan bidra til forskningsfeltet for affektive sider ved matematikk.

Ernest (1989a) sine tre kategorier for oppfatninger av matematikk ble som kjent ikke funnet som egne dimensjoner i analysen. PCA, dimensjonsanalysen, viste at det var potensielle underdimensjoner, men at de var forårsaket av negativt ladde påstander og ikke av andre kvalitative kjennetegn. Ut ifra et teoretisk perspektiv hadde jeg en forventning om en endimensjonal variabel. I Ernest (1989b) sin modell for sammenheng mellom praksis og oppfatninger (Figur 2) så viser modellen gjensidig påvirkning mellom de tre kategoriene av oppfatninger av matematikk. Hvordan en lærer oppfatter for eksempel læring i matematikk vil påvirke både oppfatningen av matematikkens natur og undervisning i matematikk. Denne gjensidige påvirkningen gjør skillene mellom de ulike kategoriene mindre viktige, slik jeg der det, særlig mellom læring og undervisning i matematikk. Det er i tillegg en teoretisk konsistens mellom oppfatningene i de tre kategoriene, som er med å underbygge at oppfatninger, uavhengig av kategori, bør være konsistente. Likevel så er det ikke så enkelt. På grunn av oppfatningers komplekse natur, så trenger ikke et individs oppfatninger å henge sammen ut ifra et teoretisk perspektiv. En individuell oppfatning trenger ikke konsistens mellom seg selv og de andre oppfatningene i et oppfatningssystem, da et individs oppfatninger kan være motstridende (Pajares, 1992, s. 311). Ut ifra dimensjonaliteten til måleinstrumentet, så tyder det på at påstandene i måleinstrumentet er konsistente med Ernest (1989b) sin modell (Figur 2) med tanke på sammenheng mellom kategoriene for oppfatninger. Strukturen til scorene fra måleinstrumentet reflekterte dimensjonene fra det teoretiske rammeverket som ble brukt. Dette er en indikasjon på god strukturell validitet.

De fem påstandene som ble tatt med i måleinstrumentet som ikke var tilpasset Beswick (2005) sin modell, la seg fint på variabelen. Det var ingen tegn i dimensjonsanalysen på at de fem påstandene som ble tatt med ødela endimensjonaliteten til måleinstrumentet. Fit-verdiene var også gode. Jeg velger derfor å anse de fem ekstra påstandene som egnet for måleinstrumentet.

Fordelingen av påstandenes vanskegradsmål var noe ubalansert i mitt måleinstrument. Flere svaralternativer har vanskegradsmål i ett spenn mellom -1 og -4 logit, et område der ingen av respondentene har tilsvarende kompetansescore. Det indikerer at respondentene var for samstemte på disse påstandene. Den praktiske betydningen av dette er at disse påstandene tilfører måleinstrumentet lite informasjon. Denne ubalansen var det også i pilotundersøkelsen. Åtte av påstandene fra piloten ble byttet ut med påstander som skulle være mer utfordrende i hovedundersøkelsen. Selv om måleinstrumentet fremdeles var ubalansert, så var tiltaket fra piloten med å styrke responsiviteten, da de nye påstandenes vankegradsmål var mer samsvarte med respondentenes kompetansescore enn de som ble fjernet. Fordelingen var likevel akseptabel da ingen av respondentene scorer lå utenfor spennet av påstandenes vanskegradsmål og avstandene mellom svaralternativenes vanskegradsmål i variabelkartet var tilstrekkelige, foruten et område på 3 logits. Responsiviteten vil bli diskutert nærmere i implikasjoner for videre forskning.

Det har ikke tidligere blitt samlet inn kvantitative data om lærerstudenters problemløsningsorienterte oppfatninger i Norge på størrelse med mine data, så vidt meg bekjent. Det har blitt gjort tilnærmede forskningsprosjekt innen affektive sider ved matematikk (Smestad et al., 2011), men ikke spesifikt for lærerstudenters oppfatninger av matematikk. Jeg vil derfor anse mitt videreutviklede måleinstrument som et nytt bidrag til forskningsfeltet for affektive sider. Ut ifra responsiviteten til måleinstrumentet vil jeg hevde at måleinstrumentet med noen justeringer kan benyttes på andre grupper enn lærerstudenters også, deriblant lærere. I utvalget av lærerstudenter var det ferdigutdannede lærere som tok fag i matematikk som etterutdanning. Det var ingen tegn i analysen på at måleinstrumentet ikke var tilpasset for allerede ferdigutdannede lærerne også. Med tanke på andelen påstander med lavt vanskegradsmål, så vil måleinstrumentet sannsynligvis kunne fungere på grupper på lavere akademisk nivå enn universitetet.

Det har tidligere blitt brukt en Rasch-modell for å analysere lærerstudenters oppfatninger av matematikk. Kaspersen, Pepin og Sikko (2017) brukte et måleinstrument med 15 påstander på et utvalg på 160 norske lærerstudenter og konkluderte med at måleinstrumentet fungerte til sin hensikt med en Rasch-modell. Det er med andre ord tidligere vist at lærerstudenters uttrykte oppfatninger lar seg måle med en Rasch-modell på en tilstrekkelig måte. Min studie har vært med å underbygge deres funn om Rasch-modellens anvendelighet til lærerstudenters oppfatninger. Måleinstrumentet har i tillegg vist at lærerstudenters oppfattinger lar seg måle i enda større skala i norsk kontekst med fokus på problemløsende matematikk.

6.4 Metode og implikasjoner for videre forskning

Jeg har i denne studien besvart hva som kjennetegner lærerstudenters oppfatninger av matematikk på ulike stadier av utdanningsløpet. Som med all forskning så har denne studien noen begrensninger. Slik jeg ser det, så trenger ikke min studies begrensninger nødvendigvis å være noe negativt, men legger på mange måter grunnlaget for mine videre implikasjoner for forskningsfeltet. I hvilken grad resultatet av forskningen min lar seg bruke til videre tiltak er avgjørende for konsekvensvaliditeten for oppgaven. Det er derfor viktig at implikasjonene er aktuelle og nyttig for både forskningsfeltet og grunnskolelærerutdanningen.

Ved kvantitative tverrsnittstudier som denne fanges ikke endring/utvikling opp. Et naturlig steg videre for mitt videreutviklede måleinstrument er å tilpasse måleinstrumentet i enda større grad og gjennomføre datainnhenting på de samme respondentene ved en senere anledning. Ved datainnhentingen fikk alle respondentene en personlig kode som kan brukes som en koblingsnøkkel. På denne måten har jeg lagt til rette for at mine data kan kobles opp mot en potensiell longitudinell studie eller en studie som vil se på sammenhenger mellom oppfatninger av matematikk og et annet tema. Ved å gjennomføre måleinstrumentet på nytt kan det være med å forklare mine funn i enda større grad og potensielt luke bort funn som har oppstått på grunn av tilfeldigheter. Et funn som trenger nærmere undersøkelser er scoren til «3. 5-10». Dette var gruppen med tredjeårs lærerstudenter som tok naturfagsdidaktikk som scorte signifikant lavere enn studentene som gikk studieåret under (2. 5-10). Hvorvidt deres lave score var en tilfeldighet eller har utspring fra andre faktorer, kan undersøkes nøyere ved en ny gjennomføring.

Utvalget i denne studien besto av studenter ved NTNU. Ideelt sett bør måleinstrumentet gjennomføres ved andre universiteter og høyskoler, slik at generaliserbarheten til resultatet kan belyses i enda større grad. Ved å undersøke andre universiteter åpner det seg en mulighet for å undersøke studentenes oppfatninger på tvers av univsersitetene med lærerutdanning og lektorutdanning.

I min masteroppgave ble et utvalg analyser gjort for å besvare oppgavens ulike forskningsspørsmål. Datamaterialet som ble innsamlet var stort og det er fremdeles flere analyser som kan gjøres med mitt datamateriale. Min andre implikasjon er derfor å gjøre videre analyser av mitt datamateriale. Et tiltak som kan være med å bedre grunnskolelærerutdanningen er å studere DIF-scorer mellom ulike grupper. En DIF-analyse vil kunne vise om enkeltgrupper scorer høyt, forventet eller lavt på enkeltpåstander ut ifra deres totalscore. DIF-scorene vil dermed kunne vise kulturelle forskjeller mellom trinn og studieretninger. Et eksempel kan være å sammenligne grupper med like mange studiepoeng, slik som «1. 5-10» og «2. 1-7». Informasjonen som hentes inn kan være med å påpeke styrker og svakheter ved studentenes oppfatninger av matematikk i de ulike matematikkdidaktikklassene. Denne informasjonen kan bidra til å bevisstgjøre de ulike studieretningene på sine studenters oppfatninger av matematikk. Ved å kjenne til de didaktiske styrkene og svakhetene til studentenes oppfatninger kan det forhåpentligvis være med å bedre undervisningen i matematikkdidaktikk.

Min siste implikasjon er å undersøke lærerstudenters oppfatninger med kvalitative forskningsmetoder. Min studie har kommet fram til at det var forskjeller mellom studentenes oppfatninger på de ulike studieårene og studieretningene. En begrensing ved kvantitative metoder er at jeg som forsker ikke kan forsikre meg om at lærerstudentenes uttrykte oppfatninger er lik deres faktiske oppfatninger. Jeg vet heller ikke om deres uttrykte oppfatninger er transparente med deres praksis som lærer. Hvorvidt lærerstudenters og læreres uttrykte oppfatninger er konsistente med deres faktiske oppfatninger er det uenighet om i litteraturen (Speer, 2005, s. 361). Ved å samle inn data med et måleinstrument, der respondentene benytter seg av selvrapportering som i denne oppgaven kan jeg ikke forsikre meg om at lærerstudentenes uttrykte oppfatninger var de faktiske oppfatningene deres. Innsamling av data med måleinstrumenter som baserer seg på selvrapportering innen forskning av oppfatninger har blitt kritisert for nettopp dette

(Fan et al., 2006, s. 224). Et fenomen kalt sosialt ønskverdighet kan være en feilkilde innen slik forskning. Sosial ønskverdighet innebærer at respondenten svarer det som respondenten selv mener er sosialt ønskelig, for å ikke rapportere ufordelaktig informasjon om seg selv (Gravdal & Sandal, 2004). Hva som er sosialt ønskelig og ikke, avhenger av respondentens oppfatning av hva som er sosialt ønskelig. Jeg vil derfor med bakgrunn i funnene mine anta at det sosialt ønskelige kan være ulikt for studenter med ulike erfaringer innen matematikk og matematikkdidaktikk. Studentene som er med i undersøkelsen vil ha ulike forutsetninger for å vite hvilke matematikkdidaktiske oppfatninger som er ønskelige. Påstandene i måleinstrumentet er hovedsakelig knyttet til matematikkdidaktisk kunnskap og studentene har ulik mengde studiepoeng i matematikkdidaktikk og matematikk. Direkte sammenligning mellom to utdanningskulturer kan derfor være utfordrende, da kulturelt betingede verdier avgjør hvilken atferd som er sosialt ønskelig (Gravdal & Sandal, 2004).

For å unngå sosial ønskverdighet har jeg hatt fokus på respondentenes anonymitet (Joison, 1999, s. 437). Om sosial ønskverdighet har inntruffet i min datainnsamling kan fanges opp med en kvalitativ oppfølgingsstudie. Dette kan både være observasjon av praksis og intervju av lærerstudenten. Fokuset i min oppgave var å se på forskjellene mellom lærerstudenters oppfatninger på ulike stadier av studiet. Hvorvidt de uttrykte oppfatningene er faktiske oppfatninger, kan ikke bevises i denne studien. Det kan likevel argumenteres for at de uttrykte oppfatningene kan være en indikasjon på grad av bevissthet knyttet til ønskelige matematikkdidaktiske oppfatninger.

6.5 Avslutning

Utgangspunktet for min masterstudie var å undersøke affektive sider ved lærerutdanning i matematikkdidaktikk med fokus på lærerstudenters affektive sider tilknyttet problemløsningsorientert matematikk i skolen. Det resulterte i en kvantitativ undersøkelse av lærerstudenters oppfatning av matematikk på ulike stadier av utdanningen. For å besvare problemstillingen var det nødvendig å bryte den ned til tre mindre forskningsspørsmål; «Hvor godt lar lærerstudenters oppfatning av matematikk seg måle med en Rasch-modell i en norsk kontekst?», «Er det forskjeller mellom lærerstudenters oppfatning av matematikk på ulike stadier av studieløpet?» og «Er det forskjeller mellom lærerstudenters og dataingeniørstudenters oppfatning av matematikk?».

Den instrumentelle tilnærmingen til matematikkundervisning henger igjen i flere norske klasserom (Klette et al., 2007). Som et tiltak for å heve kompetansen i grunnskolen og grunnskolelærerutdanningen har strategier som Lærerløftet blitt satt i gang. Det har ført til etterutdanning av lærere og obligatorisk master for lærerstudenter for å fremme problemløsningsorientert undervisning, basert på at en kompetanseheving av lærerne vil gi en bedre praksis. Lærernes oppfatninger av matematikk er av betydning for lærerens undervisningspraksis i matematikk (Ernest, 1989a). Ved å undersøke hva som kjennetegner lærerstudenters oppfatning av matematikk, har jeg innhentet informasjon om hvor problemløsningsorientert lærerstudentenes oppfatning av matematikk var på ulike stadier av utdanningsløpet.

For å innhente data til å besvare problemstillingen, ble Evans (2003) sitt måleinstrument videreutviklet og tilpasset Rasch-modellen. Spørreskjemaet ble gjennomført på 721 studenter ved NTNU, 104 dataingeniørstudenter og 617 lærerstudenter ved grunnskolelærerutdanningen. Dataene ble analysert ved hjelp av en Rasch-modell og enkelte tester fra klassisk testteori. Studien viste at lærerstudentenes oppfatning av matematikk var mer problemløsningsorientert jo lenger ut i studieløpet de var kommet, gitt at studentene tok studiepoeng i matematikkdidaktikk da datainnsamlingen ble gjennomført. Dataingeniørstudentene som deltok i studien scorte signifikant lavere enn lærerstudentene som gruppe. Studien viste også at studentene på 5-10 hadde mer problemløsningsorientert oppfatning av matematikk enn studentene på 1-7 samme studieår. Forskjellene mellom 1-7 og 5-10 utjevnet seg hvis de ble sammenlignet på grunnlag av studiepoeng og ikke studieår.

Min erfaring er at det er vanskelig og svært krevende å lage et godt måleinstrument. Min studie har bidratt i arbeidet med å utvikle ett nytt måleinstrument for å undersøke lærerstudenters oppfatninger av matematikk. Det har også bidratt med ny informasjon om lærerstudenters oppfatninger av matematikk og verifiseringen av lærerstudenters oppfatninger som en endimensjonal variabel. Funnene mine underbygger også behovet for mer forskning på feltet og videre utvikling av måleinstrumentet. Affektive sider og oppfatninger av matematikk er et komplekst fagfelt som har fått mer oppmerksomhet de siste tiårene. Det er likevel store utfordringer innen fagfeltet som enda er ubesvarte. Jeg håper derfor at mine funn og måleinstrument kan være med å bidra til videre forskning, som forhåpentligvis resulterer i en enda bedre grunnskolelærerutdanning.

7 Referanser

Aldridge, S. & Bobis, J. (2001, juni/juli). Dispelling the Myths: Influencing the Beliefs of Preservice Primary Teachers. Innlegg presentert ved Numeracy and Beyond: Proceedings of the 24th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Turramurra, Australia. Sammendrag hentet fra https://www.researchgate.net/publication/268341643_Multiple_Learning_Contexts_A_Vehicle_for_Changing_Preservice_Primary_Teachers'_Mathematical_Beliefs_Knowledge_and_Practices

Amirali, M. & Halai, A. (2010). Teachers’ knowledge about the nature of mathematics: Survey of secondary school teacher in Pakistan. *Bulletin of Educational Research, 32(2*), 45–61.

Andrich, D. (1978). A rating formulation for ordered response categories. *Psychometrika, 43*(4), 561-573. https://doi.org/10.1007/BF02293814

Andrich, D. (2010). Understanding the Polytomous Rasch model Understanding the response structure and process in the polytomous Rasch model. I M. L. Nering & R. Ostini (Red.), *Handbook of Polytomous Item Response Theory Models: Developments and Applications* (s*.* 123-152). New York: Routledge.

Araï, D. (2010). Moderne testteori: Rasch-modellen og utvidelsen av modellen. M. Martinussen (Red.), *Kvantitativ forskningsmetodologi i samfunns- og helsefag* (s. 57-87*)*. Bergen: Fagbokforlaget.

Baghaei, P. (2008). The Rasch model as a construct validity tool. *Rasch Measurement Transactions*, *22*(1), 1145-1146.

Beswick, K. & Dole, S. (2001, juni/juli). Dispelling the Myths: Influencing the Beliefs of Preservice Primary Teachers. Innlegg presentert ved Numeracy and Beyond: Proceedings of the 24th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Turramurra, Australia. Sammendrag hentet fra http://research.usc.edu.au/vital/access/manager/Repository/usc:15848

Beswick, K. (2005). The beliefs/practice connection in broadly defined contexts. *Mathematics Education Research Journal, 17*(2), 39-68. https://doi.org/10.1007/BF03217415.

Beswick, K. (2012). Teachers’ beliefs about school mathematics and mathematicians’ mathematics and their relationship to practice. *Educational Studies in Mathematics*, 79(1), 127-147.

Bond, T. G. & Fox, C. M. (2015). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences* (3. utg.). New York: Routledge.

Boone, W. J., Staver, J. R. & Yale, M. S. (2014). *Rasch Analysis in the Human Sciences.* Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6857-4

Brown, J. R. (2008). Platonism. I J. R. Brown (Red.), *Philosophy of Mathematics: a contemporary introduction to the world of proofs and pictures* (2. utg., s. 9-25). London: Routledge.

Buehl, M. M. & Beck, J. S. (2015). The Relationship Between Teachers´Beliefs. I H. Fives & M. G. Gill (Red.), *International Handbook of Research on Teachers' Beliefs* (s. 66–84). New York: Routledge.

Cohen, L., Manion, L., Morrison, K. & Bell, R. (2011). *Research Methods in Education* (7. utg.). London: Routledge.

Cretchley, P. (2005, november). Mathematics and dumping lectures: Another perspective on the shift towards learner pragmatism. Innlegg presentert ved 5th Southern Hemisphere Conference on Undergraduate Mathematics and Statistics Teaching and Learning: Kingfisher Delta 5, 22-26 Nov 2005, Fraser Island, Australia. Sammendrag hentet fra https://eprints.usq.edu.au/764/1/Cretchley_2005_Delta05.pdf

DeVellis, R. (2012). *Scale Development Theory and Applications.* New York: Sage Publications.

Engelhard, G. (2013). *Invariant Measurement: Using Rasch Models in the Social, Behavioral, and Health Sciences*. New York: Routledge.

Ernest, P. (1989a). The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: A model. *Journal of Education for Teaching*, *15*(1), 13-33. https://doi.org/10.1080/0260747890150102

Ernest, P. (1989b). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. I P. Ernest (Red.), *Mathematics teaching: The state of the art* (s. 249-253). London: Falmer Press.

Erenst, P. (1991). *The Philosophy of Mathematics Education.* London: Routledge.

Ernest, P. (1992) Problem Solving: Its Assimilation to the Teachers's Perspective. I J. P. Ponte, J. F. Matos, J. M. & M. D. Fernandes (Red.), *Mathematical Problem Solving and New Information Technologies: Research in Contexts of Practice.* (s. 287-300). Berling Springer-Verlag

Evans, D. B. (2003). *Early Childhood (K-5) Preservice Teachers' Beliefs about Mathematics, Teaching Mathematics and Learning Mathematics* (Doktorgradsavhandling). Southern University, Georgia.

Fan, X., Miller, B. C., Park, K.-E., Winward, B. W., Christensen, M., Grotevant, H. D. & Tai, R. H. (2006). An Exploratory Study about Inaccuracy and Invalidity in Adolescent Self-Report Surveys. *Field Methods*, *18*(3), 223–244. https://doi.org/10.1177/152822X06289161

Feiman-Nemser, S., McDiarmid, G., Melnick, S. & Parker, M. (1987). *Changing beginning teachers' conceptions: A description of an introductory teacher education course*. Innlegg presentert ved American Educational Research Association, Washington, DC.

Friborg, O. (2010). Klassisk testteori og utvikling av spørreinstrumenter. M. Martinussen (Red.), *Kvantitativ forskningsmetodologi i samfunns- og helsefag* (s. 15-55). Bergen: Fagbokforlaget.

Gravdal, L. & Sandal, G. (2004). Sosial ønskverdighet: Marlowe-Crowne Social Desirability Scale i norsk forkortet utgave. *Tidsskrift for Norsk Psykologiforening*, *41*, 729- 730. https://psykologtidsskriftet.no/oppsummert/2004/09/sosial-onskverdighet-marlowe-crowne-social-desirability-scale-i-norsk-forkortet

Green, T. E (1971). *The activities of teaching.* New York: McGraw-Hill.

Grenness, T. (2012). *Hvordan kan du vite om noe er sant?: Veiviser i forsknings- og utredningsarbeid for studenter, ledere, konsulenter og journalister* (2. utg.). Oslo: Cappelen Damm akademisk.

Grigg, K. & Manderson, L. (2016). The Australian Racism, Acceptance, and Cultural-Ethnocentrism Scale (RACES): Item response theory findings. *International Journal for Equity in Health*, *15*(49). https://doi.org/10.1186/s12939-016-0338-4

Grootenboer, P. (2008) *Mathematical belief change in prospective primary teachers Journal of Mathematics Teacher Education*, *11*(6), 479-497. https://doi.org/10.1007/s10857-008-9084-x

Grootenboer, P. & Marshman, M. (2016). *Mathematics, Affect and Learning: Middle School Students' Beliefs and Attitudes About Mathematics Education.* Singapore: Springer Singapore.

Hambleton, R., Swaminathan, H. & Rogers, H. J. (1991). *Fundamentals of Item Response Theory*. California: Sage Publications Inc.

Hannula, M. S. (2016). Introduction. I M. S. Hannula, P. Di Martino, M. Pantziara, Q. Zhang, F. Morselli, E. Heyd-Metzuyanim, . . . G. Goldin, (Red.), *Attitudes, Beliefs, Motivation and Identity in Mathematics Education (ICME-13 Topical Surveys) (*s. 1-2). Cham: Springer International Publishing.

Hanssen-Bauer, H. & Gangdal, J. (2008). *En undersøkelse viser..: Bruk og misbruk av meningsmålinger.* Oslo: Cappelen akademisk forlag.

Haraldsen, G. (1999). *Spørreskjemametodikk etter kokebokmetoden.* Gjøvik: Ad Notam Gyldendal.

Johannessen A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2011). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode (4. utg.)*. Oslo: Abstrakt forlag AS.

Joinson, A. (1999). Social desirability, anonymity, and Internet-based questionnaires. Behavior Research Methods, Instruments & Computers, *31*(3), 433-438. https://doi.org/10.3758/BF03200723.

Kaspersen, E. Pepin, B. & Sikko S. A. (2017). Measuring student teachers' practices and beliefs about teaching mathematics using the Rasch model. *International Journal of Research & Method in Education, 40(4)*, 421-442. https://doi.org/10.1080/1743727X.2016.1152468

Kaspersen, E. (2018). *On Measuring and Theorising Mathematical Identity (*Doktorgradsavhandling). Universitet i Agder, Kristiansand.

Kilpatrick, J., Swafford, J. & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.

Klette K., Lie, S., Ødegaard, M., Anmarkrud, Ø., Arnesen, N.E., Bergem, O.K. et al. (2007). *Rapport om forskningsprosjektet PISA+.* Oslo: Norges Forskningsråd. https://docplayer.me/37784396-Rapport-om-forskningsprosjektet-pisa.html

Kunnskapsdepartementet. (2010). *Forskrift om rammeplan for grunnskolelærerutdanningene for 1.–7. trinn og 5.–10. trinn*. Oslo: Regjeringen, Kunnskapsdepartementet. Hentet fra: *http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/lover_regler/forskrifter/ 2010/forskrift-om- rammeplan-for-grunnskolelar.html?id=594357*

Kunnskapsdepartementet. (2014). *Lærerløftet. På lag for kunnskapsskolen. Strategi*. Hentet fra https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kd/vedlegg/planer/kd_strategiskole_web.pdf

Leder, G. & Grootenboer, P. (2005). Affect and mathematics education. *Mathematics Education Research Journal, 17*(2), 1–8. https://doi.org/10.1007/BF03217413.

Liljedahl, P. (2005, mai). Changing Beliefs, Changing Intentions of Practices: The Re-Education of Preservice Teachers of Mathematics. Innlegg presentert ved 15th Study of the International Commission on Mathematics Instruction, Aguas de Lindoia, Brazil.

Linacre, J. M. (2000). Comparing and Choosing between "Partial Credit Models" (PCM) and "Rating Scale Models" (RSM). Hentet fra https://www.rasch.org/rmt/rmt143k.htm

Linacre, J. M. (2002). What do Infit and Outfit, Mean-square and Standardized mean?. Hentet fra: https://www.rasch.org/rmt/rmt162f.htm

Linacre, J. M. (2018). Winsteps® (Version 4.3.0) [Computer Software]. Beaverton, Oregon: Winsteps.com. Hentet fra https://www.winsteps.com/

Masters, G. N. (1982). A rasch model for partial credit scoring. *Psychometrika, 47*(2), s. 149–174. https://doi.org/10.1007/BF02296272

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2014). *Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All.* Reston, VA: Author.

NESH. (2016). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunsvitenskap, humaniora, juss og teologi.* Hentet fra https://www.etikkom.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/60125_fek_retningslinjer_nesh_digital.pdf

Niss, M. & Jensen, T. H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring: Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark.* København: Undervisninsgsministeriet.

NSD. (u.å.) Nye personvernregler - hva gjør NSD?. Hentet 1. mai 2019 fra https://nsd.no/article.html?a=/articles/article0058.html

NTNU (u.å.) Databehandleravtale. Hentet 1. mai 2019 fra https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Databehandleravtale

Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research, 62*(3), 307–332. https://doi.org/10.2307/1170741.

Pehkonen, E. (2003). Lærere og elevers oppfatninger som en skjult faktor i matematikkundervisningen. I B. Grevholm (Red.). *Matematikk for skolen (s. 154-176).* Bergen: Fagbokforlaget

Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. I F. K. Lester (Red.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning (Vol. 1).* USA: National Council of Teachers of Mathematics.

Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. I J. Sikula (Red.), *Handbook of Research on Teacher Education* (2. utg., s. 102-119). New York: Macmillan.

Richardson, V. (2003). Preservice teachers' beliefs. I J. Raths & A. R. McAninch (Red.), *Teacher Beliefs and Classroom Performance: The Impact of Teacher Education* (s. 1- 22). Greenwich, CT: Information Age Publishing.

Ringdal, K. (2013). *Enhet og mangfold: Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode* (3. utg.). Bergen: Fagbokforlaget Vigstad & Bjørke AS.

Skott, J. (2009). Contextualising the notion of 'belief enactment'. *Journal of Mathematics Teacher Education, 12*(1), 27-46.

Skott, J. (2015). The promises, problems, and prospects of research on teachers' beliefs. I H. Fives & M. G. Gill (Red.), *International Handbook of Research on Teachers' Beliefs* (s. 13–30). New York: Routledge.

Smestad, B., Eriksen, E., Martinussen, G. & Tellefsen, H. K. (2011). *Lærerstudenters erfaringer med - og holdninger til - matematikkfaget.* Hentet fra https://oda-hioa.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/10642/1246/925023.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Speer, N. (2005). Issues of methods and theory in the study of mathematics teachers' professed and attributed beliefs. Educational Studies in Mathematics, *58*(3), 361–391. https://doi.org/10.1007/s10649-005-2745-0

Thompson, A. (1992). Teacher's beliefs and conceptions: A synthesis of the research. I D. A. Grouws (Red.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (s. 127–146). New York: MacMillan.

Van Zoest, L. R., Jones, G. A. & Thornton, C. A. (1994). Beliefs about mathematics teaching held by pre-service teachers involved in a first grade mentorship program. *Mathematics Education Research Journal*, *6*(1), s. 37-55. https://doi.org/10.1007/BF03217261

Wilkins, J. L., & Brand, B. R. (2004). Change in preservice teachers' beliefs: An evaluation of a mathematics methods course. *School Science and Mathematics*, *104*(5), 226-232. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2004.tb18245.x

Wolfe, E. W. & Smith, J. E. (2007a). Instrument development tools and activities for measure validation using Rasch models: part I-instrument development tools. *Journal of applied measurement*, *8*(1), 97-123.

Wolfe, E. W. & Smith, J. E. (2007b). Instrument development tools and activities for measure validation using Rasch models: part II-validation activities. *Journal of Applied Measurement*, *8*(2), 204-234.

Wright B. D. & Linacre J. M. (1994). Reasonable mean-square fit values. *Rasch Measurement Transactions, 8*, 370-371. Hentet fra https://www.rasch.org/rmt/rmt83b.htm

Wright, B. D. & Stone, M. H. (1979). *Best test design.* Chicago, IL: MESA Press.

Wu, M. & Adams, R. (2007). *Applying the Rasch model to psycho-social measurement: A practical approach.* Melbourne: Educational Measurement Solutions.

Zhang, X., Noor, R. & Savalei, V. (2016). Examining the effect of reverse worded items on the factor structure of the need for cognition scale. *PLoS ONE, 11*(6), 1–15.

8 Vedlegg

Vedlegg 1	Spørreskjemaet på nett
Vedlegg 2	Måleinstrumentet med nummer
Vedlegg 3	Variabelkart
Vedlegg 4	Godkjenning fra NSD
Vedlegg 5	Evans (2003) sitt måleinstrument

Vedlegg 1

vedlegg

1.

Dette er en forespørsel om å delta i et forskningsprosjekt om studenters meninger om matematikk. I dette skrivet gir vi deg informasjon om prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål
Dataene som samles inn skal brukes til en masteroppave i matematikkdidaktikk. Hensikten med prosjektet er å kartlegge studenters meninger om matematikk.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

NTNU er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Studien vil ha med deltakere fra ulike studieretninger ved NTNU.

Hva innebærer det for deg å delta?
Å delta i prosjektet innebærer å fylle ut et spørreskjema. Det vil ta deg ca. 12-15 minutter. Spørreskjemaet inneholder spørsmål om dine forestillinger om matematikk. Dine svar fra spørreskjemaet blir registrert elektronisk. IP-adressen til din mobil eller datamaskin vil logges av Selectsurvey, men ikke brukes i undersøkelsen.

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

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- Masterstudent Thomas Utvær og veileder Trygve Solstad vil ha tilgang på datamateriale uten tilgang til IP-adressene.
- Kun databehandler, Selectsurvey, vil ha tilgang til din IP-adresse.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektet skal etter planen avsluttes August 2019. IP-adressen slettes når forskningsprosjektets avsluttes.

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- få slettet personopplysninger om deg,
- få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

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

Hvor kan jeg finne ut mer?

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

- Thomas Utvær (thomasut@stud.ntnu.no), masterstudent ved NTNU eller Trygve Solstad (solstad@ntnu.no), veileder.
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen, thomas.helgesen@ntnu.no
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig	Masterstudent
Trygve Solstad	Thomas Utvær

*

◉ Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Meninger om matematikk», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til å delta i dette spørreskjemaet.

vedlegg

2. Studieprogram*

◯ 5-10 med matematikk
◯ 5-10 med norsk
◯ 1-7
◯ 1-7 fordypning i matematikk

3. Hvilket studieår er du på i din grunnskolelærerutdanning?*

◯ 1. studieår
◯ 2.studieår
◯ 3. studieår
◯ 4. studieår
◯ Master i matematikk år 1
◯ Master i matematikk år 2

4. Kjønn*

◯ Mann
◯ Kvinne

5. Når er du født?*

◯ I 1995 eller senere
◯ I 1994 eller tidligere

6. Dette spørsmålet handler om hvilke matematikkfag du har fullført i videregående skole. Kryss av for det faget du har fullført med høyest faglig nivå.*

◯ 2P/2P-Y ◯ S1 ◯ S2 ◯ R1/2MX ◯ R2/3MX
◯ Hvis annet, utdyp.

vedlegg

7. Hvor enig eller uenig er du i følgende påstander?*

	Veldig uenig	Uenig	Enig	Veldig enig	Vet ikke
Det er nyttig for elever å jobbe med bevis i barneskolen.	◯	◯	◯	◯	◯
At en elev fører et godt resonnement er viktigere enn at eleven har kommet frem til riktig svar.	◯	◯	◯	◯	◯
En av lærerens viktigste roller er å fortelle elevene hvilke definisjoner, formler, og regler de bør kjenne til og demonstrere hvordan de kan bruke denne informasjonen til å løse matematikkoppgaver.	◯	◯	◯	◯	◯
For å bli god i matematikk er det viktig å øve på å utføre prosedyrer.	◯	◯	◯	◯	◯
Matematikkunnskap vil forbli den samme i framtiden.	◯	◯	◯	◯	◯
Matematiske problemer kan kun løses korrekt på én måte.	◯	◯	◯	◯	◯
Elever trenger å lære og bruke standardmetoder for regning og bestemte metoder for å løse matematiske problemer.	◯	◯	◯	◯	◯
Matematikkens historie bør være en del av matematikkfaget.	◯	◯	◯	◯	◯
Matematikk er hovedsakelig et abstrakt fag.	◯	◯	◯	◯	◯

vedlegg

8. Hvor enig eller uenig er du i følgende påstander?*

	Veldig uenig	Uenig	Enig	Veldig enig	Vet ikke
I matematikk er det viktig å tenke i en bestemt	◯	◯	◯	◯	◯

rekkefølge.					
En effektiv lærer gjør matematikken enkel for elevene ved å veilede dem steg for steg gjennom problemløsning.					
Matematikk er hovedsakelig en formell måte å representere den virkelige verden på.					
Matematikk er det samme i hele i verden.					
Alle elever bør ha en rekke strategier og tilnærminger å velge mellom når de skal løse regnestykker og matematiske problemer.					
Elevens rolle er å huske informasjon som er presentert og deretter bruke den til å løse oppgaver.					
En av lærerens viktigste roller er å engasjere elever i oppgaver som fremmer diskusjoner som får elevene mot en felles forståelse av matematikk.					
Matematikk eksisterte i verden før menneskene.					
Elever må beherske standardmetoden for regning til de fire regneartene for å bli god i matematikk.					

vedlegg

9. Hvor enig eller uenig er du i følgende påstander?*

	Veldig uenig	Uenig	Enig	Veldig enig	Vet ikke
Den beste måten å gjøre det bra på i matematikk er å huske alle formlene.					
Når man underviser om et matematisk begrep bør man bruke mer enn én representasjon (bilde, konkreter, symboler, etc.).					
I matematikk er det viktig å forstå hvordan matematikk brukes i den virkelige verden.					
I matematikk er det enten rett eller galt.					
Matematikk er en samling av regler og prosedyrer som beskriver hvordan man løser et problem.					
Et viktig mål med matematikkundervisning er å hjelpe elever med å utvikle troen på at de kan kontrollere sin egen suksess i matematikk.					
Matematikk er nyttig for å løse utfordringer og oppgaver i samfunnet og arbeidslivet.					
I matematikk er det viktig å utforske mønstre.					
Matematikkpensum består av flere atskilte områder slik som regning, geometri og måling. Undervisningen blir best om de ulike områdene blir isolert fra hverandre.					

vedlegg

10. Hvor enig eller uenig er du i følgende påstander?*

	Veldig uenig	Uenig	Enig	Veldig enig	Vet ikke
Lærere bør oppmuntre elever til å finne sine egne strategier for å løse matematiske problemer, selv om strategiene er ineffektive.	○	○	○	○	○
For å lære matematikk bør elever være kreative og oppdage ting på egenhånd.	○	○	○	○	○
Som lærer på barneskolen er det nok å ha basisferdigheter i regning for å kunne undervise i matematikk.	○	○	○	○	○
Elever må til tider streve med matematikk for å bli god i matematikk.	○	○	○	○	○
Bruk av apper og programmer som løser likninger og andre algebraiske problemer automatisk og viser fremgangsmåten steg for steg ødelegger for matematisk læring.	○	○	○	○	○
At elever vurderer medelevers matematiske resonnering er en viktig del av vurderingspraksisen i matematikk.	○	○	○	○	○

vedlegg

11. Hva kjennetegner en god og effektiv matematikklærer?

12. Hvorfor er det viktig at elever lærer matematikk i skolen?

Vedlegg 2

1. For å bli god i matematikk er det viktig å øve på å utføre prosedyrer.
2. Det er nyttig for elever å jobbe med bevis i barneskolen.
3. Elever trenger å lære og bruke standardmetode for regning og bestemte metoder for å løse matematiske problemer.
4. At en elev fører et godt resonnement er viktigere enn at eleven har kommet frem til riktig svar.
5. Matematikkens historie bør være en del matematikkfaget.
6. En av lærerens viktigste roller er å fortelle elevene hvilke definisjoner, formler, og regler de bør kjenne til og demonstrere hvordan de kan bruke denne informasjonen til å løse matematikkoppgaver.
7. Matematikk er hovedsakelig et abstrakt fag.
8. Matematiske problemer kan kun løses korrekt på én måte.
9. Matematikkunnskap vil forbli den samme i framtiden.
10. Alle elever bør ha en rekke strategier og tilnærminger å velge mellom når de skal løse regnestykker og matematiske problemer.
11. Elever må beherske standardmetoden for regning til de fire regneartene for å bli god i matematikk.
12. I matematikk er det viktig å tenke i en bestemt rekkefølge.
13. En effektiv lærer gjør matematikken enkel for elevene ved å veilede dem steg for steg gjennom problemløsning.
14. En av lærerens viktigste roller er å engasjere elever i oppgaver som fremmer diskusjoner som får elevene mot en felles forståelse av matematikk.
15. Elevens rolle er å huske informasjon som er presentert og deretter bruke det til å løse oppgaver.
16. Matematikk er det samme i hele i verden.
17. Matematikk er hovedsakelig en formell måte å representere den virkelige verden på.
18. Matematikk eksisterte i verden før menneskene.
19. I matematikk er det viktig å utforske mønstre.
20. I matematikk er det viktig å forstå hvordan matematikk brukes i den virkelige verden.
21. Den beste måten å gjøre det bra på i matematikk er å huske alle formlene.
22. Et viktig mål med matematikkundervisning er å hjelpe elever med å utvikle troen på at de kan kontrollere sin egen suksess i matematikk.
23. Matematikkpensum består av flere atskilte områder slik som regning, geometri og måling. Undervisningen blir best om de ulike områdene blir isolert fra hverandre.
24. Når man underviser om et matematisk begrep bør man bruke mer enn én representasjon (bilde, konkreter, symboler, etc.).
25. I matematikk er det enten rett eller galt.
26. Matematikk er nyttig for å løse utfordringer og oppgaver i samfunnet og arbeidslivet.
27. Matematikk er en samling av regler og prosedyrer som beskriver hvordan man løser et problem.
28. For å lære matematikk bør elever være kreative og oppdage ting på egenhånd.
29. Bruk av apper og programmer som løser likninger og andre algebraiske problemer automatisk og viser fremgangsmåten steg for steg ødelegger for matematisk læring.
30. Elever må til tider streve med matematikk for å bli god i matematikk.
31. Som lærer på barneskolen er det nok å ha basisferdigheter i regning for å kunne undervise i matematikk.
32. Lærere bør oppmuntre elever til å finne sine egne strategier for å løse matematiske problemer, selv om strategiene er ineffektive.
33. At elever vurderer medelevers matematiske resonnering er en viktig del av vurderingspraksisen i matematikk.

Vedlegg 3

```
MEASURE                                 |                               MEASURE
  <more> --------------------- Person -+- Item    ----------------- <rare>
    4                                   +                                    4
                                        |
                                        |
                                        |
                                        |
                                     .  |
                                        |
    3                               .#  +                                    3
                                     .  |
                                   ###  |
                                    .#  |
                                ###### T|
                                .#####  |T
    2                         .#######  +  X                                 2
                             #########  |
                  .################### S|
                       .##############  |  XXX
                ######################  |  XXX
         .############################ M|  X
    1      .##########################  +S                                   1
         #############################  |
                 #####################  |
                      .############### S|  XXXX
                       ###############  |  X
                             .########  |  X
    0                              ###  +M                                   0
                                  .### T|  XXX
                                     #  |  X
                                     .  |  X
                                     #  |  XXX
                                        |  X
   -1                                   +S XXX                              -1
                                        |
                                        |  XXX
                                        |  X
                                        |
                                        |  X
   -2                                   +                                   -2
  <less> --------------------- Person -+- Item    ----------------- <freq>
 EACH "#" IN THE Person COLUMN IS 3 Person: EACH "." IS 1 TO 2
```

Vedlegg 4

NORSK SENTER FOR FORSKNINGSDATA

NSD sin vurdering

Prosjekttittel

Lærerstudenters forestillinger om matematikk

Referansenummer

207088

Registrert

22.10.2018 av Thomas Utvær - thomasut@stud.ntnu.no

Behandlingsansvarlig institusjon

NTNU Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet / Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap (SU) / Institutt for lærerutdanning

Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)

Trygve Solstad, trygve.solstad@ntnu.no, tlf: 95258917

Type prosjekt

Studentprosjekt, masterstudium

Kontaktinformasjon, student

Thomas Utvær, thomasut@ntnu.no, tlf: 47238494

Prosjektperiode

01.01.2019 - 31.08.2019

Status

14.12.2018 - Vurdert

Vurdering (1)

14.12.2018 - Vurdert

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet med vedlegg den 14.12.2018, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og NSD. Behandlingen kan starte.

MELD ENDRINGER
Dersom behandlingen av personopplysninger endrer seg, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. På våre nettsider informerer vi om hvilke endringer som må meldes. Vent på svar før endringer gjennomføres.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET
Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 31.08.2019.

LOVLIG GRUNNLAG
Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake. Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

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

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

DE REGISTRERTES RETTIGHETER
Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: åpenhet (art. 12), informasjon (art. 13), innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), underretning (art. 19), dataportabilitet (art. 20).

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

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

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

SelectSurvey er databehandler i prosjektet. NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene til bruk av databehandler, jf. art 28 og 29.

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

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

Lykke til med prosjektet!

Kontaktperson hos NSD: Kajsa Amundsen
Tlf. Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)

Vedlegg 4

APPENDIX C

MATHEMATICS BELIEFS SCALE

This survey will give a general picture of your beliefs about mathematics, how mathematics should be taught, and how mathematics is learned. The following are statements about mathematics, mathematics teaching and learning mathematics. Please read each statement carefully and mark the response that most closely indicates your extent of agreement or disagreement with the statement.

Part 1.	Strongly Disagree	Disagree	Agree	Strongly Agree
1. Mathematics is primarily an abstract subject.	[]	[]	[]	[]
2. If students are having difficulty, an effective approach is to give them more practice by themselves during the class.	[]	[]	[]	[]
3. Mathematics should be learned as sets of algorithms or rules that cover all possibilities.	[]	[]	[]	[]
4. Mathematics SHOULD be taught as a COLLECTION of concepts, skills and algorithms.	[]	[]	[]	[]
5. Students should share their problem-solving thinking and approaches WITH OTHER STUDENTS.	[]	[]	[]	[]
6. Math problems can be done correctly in only one way.	[]	[]	[]	[]
7. In K-5 mathematics, INCREASED emphasis should be given to use of CLUE WORDS (key words) to determine which operation to use in problem solving.	[]	[]	[]	[]
8. Mathematics is primarily a practical and structured guide for addressing real situations.	[]	[]	[]	[]
9. A major goal of mathematics instruction is to help children develop the belief that THEY HAVE THE POWER to control their own success in mathematics.	[]	[]	[]	[]
10. A demonstration of good reasoning should be regarded EVEN MORE THAN students' ability to find correct answers.	[]	[]	[]	[]
11. Males are better at math than females.	[]	[]	[]	[]
12. The study of mathematics should include opportunities of using mathematics in other CURRICULUM AREAS.	[]	[]	[]	[]
13. Everything important about mathematics is already known by mathematicians.	[]	[]	[]	[]
14. More than one representation (picture, concrete material, symbol set, etc.) should be used in teaching a math concept.	[]	[]	[]	[]
15. In mathematics you can be creative and discover things by yourself.	[]	[]	[]	[]
16. Some students have a natural talent for math and others do not.	[]	[]	[]	[]
17. Good math teachers show you the exact way to answer the question you will be tested on.	[]	[]	[]	[]
18. Children ENTER KINDERGARTEN with considerable mathematical experience, a partial understanding of many mathematical concepts, and some important mathematical skills.	[]	[]	[]	[]
19. Mathematics is primarily a formal way of representing the real world.	[]	[]	[]	[]
20. In K-5 mathematics, skill in computation should PRECEDE word problems.	[]	[]	[]	[]
21. Learning mathematics is a process in which students ABSORB INFORMATION, storing it in easily retrievable fragments as a result of repeated practice and reinforcement.	[]	[]	[]	[]
22. Some ethnic groups are better at math than others.	[]	[]	[]	[]
23. Children should be encouraged to justify their solution, thinking, and conjectures in a SINGLE way.	[]	[]	[]	[]
24. Learning mathematics must be an ACTIVE PROCESS.	[]	[]	[]	[]
25. To be good in math you must be able to solve problems quickly.	[]	[]	[]	[]
26. Basic computational skills on the part of the teacher are sufficient for teaching elementary school math.	[]	[]	[]	[]

	SD	D	A	SA
27. To solve most math problems you have to be taught the correct procedure.	[]	[]	[]	[]
28. In mathematics something is either right or it is wrong.	[]	[]	[]	[]
29. Some people are good at mathematics and some aren't.	[]	[]	[]	[]
30. In K-5 mathematics, INCREASED emphasis should be given to reading and writing numbers SYMBOLICALLY.	[]	[]	[]	[]
31. The mathematics curriculum consists of several discrete strands such as computation, geometry, and measurement which can best be taught in ISOLATION.	[]	[]	[]	[]
Part 2.	Not Important	Important	Very Important	
To be good at mathematics at school, how important do you think it is for students to ...	[]	[]	[]	
32. --remember formulas and procedures?	[]	[]	[]	
33. --think in a sequential manner?	[]	[]	[]	
34. --understand mathematical concepts, principles, and strategies?	[]	[]	[]	
35. --understand how mathematics is used in the real world?	[]	[]	[]	
36. --be able to provide reasons to support their solutions?	[]	[]	[]	

NTNU

Kunnskap for en bedre verden