Martha Vea

Matematisk identitet i ungdomsskolen og i videregående skole

En kvantitativ studie av elevers matematiske identitet

Masteroppgave i Matematikkdidaktikk 5.–10. trinn
Veileder: Eivind Kaspersen
Mai 2020

Masteroppgave

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

NTNU
Kunnskap for en bedre verden

Martha Vea

Matematisk identitet i ungdomsskolen og i videregående skole

En kvantitativ studie av elevers matematiske identitet

Masteroppgave i Matematikkdidaktikk 5.–10. trinn
Veileder: Eivind Kaspersen
Mai 2020

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

NTNU
Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Grunnopplæringen i skolen har som formål å fremme både fagkunnskaper og andre aspekter, som for eksempel affekt og dybdelæring (Opplæringslova, 1998, § 1-1; Utdanningsdirektoratet, 2018). Læreplanene i matematikk gjør rede for hvilke spesifikke fagkunnskaper elevene skal tilegne seg (f.eks., Utdanningsdirektoratet, 2006a; Utdanningsdirektoratet, 2019a), men det er, slik jeg ser det, mindre tydelig hva de andre aspektene er som skal prege opplæringen i faget.

Temaet for denne oppgaven er matematisk identitet. Forskning på matematisk identitet er et voksende forskningsfelt (Darragh, 2016), og det finnes mange teorier knyttet til begrepet identitet. Jeg har i denne oppgaven hatt en pragmatisk tilnærming til valg av teori, og brukt teori som var hensiktsmessig for å besvare mine problemformuleringer. I hovedsak har jeg støttet meg til et teoretisk rammeverk for måling av matematisk identitet (Kaspersen, Pepin & Sikko, 2017a) og målingsteori (Thurstone, 1959).

I denne oppgaven blir *matematisk identitet* definert som en relasjon mellom sosial matematisk identitet og personlig matematisk identitet. Sosial matematisk identitet defineres som et sett karakteristikker og strukturen til karakteristikkene i en kontekst. Personlig matematisk identitet defineres til å være individers posisjon relativt til en sosial matematisk identitet. Dermed beskriver matematisk identitet individers posisjon relativt til en struktur av karakteristikker i en kontekst, hvor de deltar og bidrar (Kaspersen et al., 2017a).

Formålet med studien er todelt, og kan uttrykkes gjennom oppgavens problemformuleringer: (1) Hva er de psykometriske egenskapene til et instrument som måler matematisk identitet i videregående skole? (2) Hva er graden av invarians mellom matematisk identitet i ungdomsskolen og i videregående skole, og hvilken praktisk betydning har graden av invarians for sammenligningen av matematisk identitet mellom kontekstene?

Jeg brukte en kvantitativ metode for å besvare problemformuleringene, og samlet datamaterialet gjennom en spørreundersøkelse. Elevene tok stilling til utsagn som beskriver karakteristikker om matematiske handlinger, som «Jeg har problemer med å legge fra meg matematiske oppgaver» og «Når jeg jobber med et matematisk problem, hopper jeg mellom ulike strategier». Innsamlet data ble validert og analysert med Rasch-modellen i programvaren WINSTEPS (Linacre, 2020a).

På bakgrunn av valideringsprosessen av måleinstrumentet konkluderte jeg med at de psykometriske egenskapene til instrumentet var tilfredsstillende. Instrumentet ble vurdert som velegnet for å måle matematisk identitet i videregående skole. Da jeg undersøkte graden av invarians mellom ungdomsskolen og videregående skole, ble det avdekket fire signifikante forskjeller mellom kontekstene. Den praktiske betydningen av disse forskjellene var relativt liten. Jeg konkluderte med at matematisk identitet er delvis kontekstavhengig på tvers av kontekstene. Det går altså an å måle og sammenligne matematisk identitet på tvers av kontekstene ungdomsskole og videregående skole.

Temaord: Matematisk identitet, måling, kontekstavhengighet, videregående skole, ungdomsskole, Rasch-modellen

Abstract

Education in Norway (from primary school through high school) has as its purpose to promote both subject knowledge and other aspects, such as affect and depth learning (Opplæringslova, 1998, § 1-1; Utdanningsdirektoratet, 2018). The specific subject knowledge that the students should learn in mathematics is formulated in the curriculum through definite goals (e.g., Utdanningsdirektoratet, 2006a; Utdanningsdirektoratet, 2019a). The other aspects that should influence the student's education are, as I see it, less obvious.

The topic of my master thesis is mathematical identity. Research about mathematical identity has been a growing subject (Darragh, 2016), and there are many theoretical frameworks about identity. To answer my research questions, I have taken a pragmatic approach to theory. For the most part I have used a theoretical framework about measuring mathematical identity (Kaspersen, Pepin & Sikko, 2017a) and measurement theory (Thurstone, 1959).

In this master's thesis I have interpreted *mathematical identity* as a relation between social mathematical identity and personal mathematical identity. A social mathematical identity is defined as a set of characteristics and their structure in a context. A personal mathematical identity is defined to be an individual's position relative to a social mathematical identity. Mathematical identity can consequently be described as an individual's position relative to a structure of characteristics in a context where the person participates and contribute (Kaspersen et al., 2017a).

The purpose of this research work is binate, and can be expressed through my research questions: (1) What are the psychometric properties of an instrument that measures mathematical identity in high school? (2) What is the degree of invariance between mathematical identity in middle school and high school, and what practical significance does the degree of invariance have for the comparison of mathematical identity between the contexts?

To answer my research questions, I have used a quantitative method. I have collected my data through a survey which consists of 21 items about mathematical actions, such as "I struggle with putting math problems aside" and "When I work with a math problem, I move back and forth between various strategies". I used a Rasch-calibrated instrument, and analyzed the data in WINSTEPS (Linacre, 2020a).

The results show that it is possible to measure mathematical identity in high school with the instrument that I used. The psychometric properties were satisfactory. All in all, mathematical identity is relatively similar in middle school (8^{th} grade through 10^{th} grade) and in high school (11^{th} grade through 13^{th} grade). Between the two contexts, I observed four statistically significant differences. On the contrary, the practical significance was relatively modest. I concluded that mathematical identity is partly context-bound across middle school and high school. It is possible to measure and compare mathematical identity across the two contexts.

Keywords: Mathematical identity, measurement, the locus of identity, high school, middle school, the Rasch model

Forord

Mitt siste skoleår som student har i all hovedsak handlet om å skrive denne masteroppgaven. Arbeidet har både vært krevende og interessant, og jeg er stolt av å endelig kunne levere oppgaven.

Først og fremst vil jeg takke alle som har bidratt i prosessen med å samle data til oppgaven. Det var utfordrende å få tak i nok informanter, og jeg er takknemlig for alle som bidro for å gjøre det mulig. Takk til rektorer og lærere som var samarbeidsvillige, og en stor takk til alle elevene som deltok som respondenter. Uten dere ville det ikke blitt en masteroppgave.

Videre vil jeg takke veilederen min, Eivind Kaspersen, for hjelp gjennom hele året. Du har blant annet bidratt med gode workshops og verdifulle innspill i skriveprosessen, samt med tålmodighet og svar på mine tusen spørsmål.

Jeg vil også takke familie og samboer for tålmodighet og gode råd.

Til slutt vil jeg takke Gledesriket G438 for tiden på lesesalen. Det hadde ikke vært det samme å skrive denne oppgaven uten fellesskapet.

Martha Vea

Trondheim, mai 2020

Innhold

Figurer

Formler

Tabeller

Forkortelser/symboler

ANOVA	Variansanalyse
CTT	Classical Test Theory
DIF	Differential Item Functioning
ICC	Item Characteristics Curve
INFIT MNSQ	Inlier-sensitive mean-square statistic
IRT	Item Response Theory
LOGIT	Log odd unit
NSD	Norsk senter for forskningsdata
OUTFIT MNSQ	Outlier-sensitive mean-square statistic
PCA	Principal Component Analysis
RMT	Rasch Measurement Theory
RSM	Rating Scale Model

1 Innledning

Grunnopplæringen i skolen har som formål å fremme både fagkunnskaper og andre aspekter, som for eksempel affekt og dybdelæring (Opplæringslova, 1998, § 1-1; Utdanningsdirektoratet, 2018). Sentrale begreper knyttet til affekt er blant annet holdninger, forestillinger, mestringsforventning, følelser, motivasjon, verdier og identitet (Hannula et al., 2016). I formålsparagrafen nevnes det blant annet at «Elevane (…) skal utvikle kunnskap, dugleik og holdningar for å kunne meistre liva sine og for å kunne delta i arbeid og fellesskap i samfunnet. Dei skal få utfalde skaparglede, engasjement og utforskartrong» og at «Skolen skal (…) gi dei utfordringar som fremjar danning og lærelyst» (Opplæringslova, 1998, § 1-1). I overordnet del av læreplanverket, under «Opplæringens verdigrunnlag», fastslår Utdanningsdirektoratet (u.å.) at skolens praksis skal bygge på verdiene i opplæringslovens formålsparagraf. Under «Om overordnet del» gjøres det rede for at alle fag skal bidra til å realisere opplæringens formål (Utdanningsdirektoratet, u.å.).

I læreplanene for ulike fag beskrives fagenes innhold og mål. Fagkunnskapene som skal læres i matematikk presenteres gjennom konkrete kompetansemål etter ulike årstrinn (f.eks., Utdanningsdirektoratet, 2006a; Utdanningsdirektoratet, 2019a). I grunnskolen er målet at alle skal tilegne seg de samme fagkunnskapene i matematikk. I videregående skole (VGS), derimot, får elevene større valgfrihet til å velge mellom ulike fag, og det er kvalitative forskjeller mellom fagkunnskapen som skal læres (f.eks., Utdanningsdirekoratet, 2006a).

Dybdelæring er en sentral del av fagfornyelsen (Utdanningsdirektoratet, 2018). Grunnopplæringen skal bygge på verdier og prinsipper som gjøres rede for i overordnet del av læreplanverket, og verdigrunnlaget skal prege dybdelæringsprosessene. Dybdelæring, slik begrepet blir beskrevet av Utdanningsdirektoratet, handler blant annet om å utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder. Begrepet handler også om å utvikle evne til å reflektere over egen læring, og evne til å bruke det man har lært i nye situasjoner. Elevene skal utvikle gode holdninger og kritisk tenkning. Dybdelæring er noe mer enn faglig fordypning (Utdanningsdirektoratet, 2019b).

Det er tydelig at grunnopplæringen handler om noe mer enn å tilegne seg spesifikke fagkunnskaper. Det er derimot, slik jeg ser det, mindre fremtredende hva de andre aspektene er som skal prege opplæringen i matematikk. I denne oppgaven har jeg derfor valgt å fokusere på andre aspekter knyttet til matematikk: jeg har undersøkt matematisk identitet i ungdomsskolen og i videregående skole.

Innenfor matematikkdidaktikk har det vært en økende interesse for forskning på andre aspekter enn fagkunnskaper (Zan, Brown, Evans & Hannula, 2006, s. 2), og McLeod påpekte at det er en voksende anerkjennelse om at affektive aspekter spiller en kritisk rolle i undervisning og læring av matematikk (McLeod, referert i Ma, 1999, s. 520). For eksempel har flere forskere studert elevers holdninger knyttet til matematikk (Ding, Pepin & Jones, 2015; Zan & Di Martino, 2007). Pisa-undersøkelsen fra 2012 analyserte blant annet forholdet mellom mestringsforventning og prestasjon, forholdet mellom selvbilde og prestasjon og forholdet mellom matematikkangst og prestasjon (OECD, 2013, s. 87-110). Andre har forsket på betydningen av identitet (Sfard & Prusak, 2005a) og motivasjon (Hannula, 2006) i matematikkopplæringen.

Det har vært en stor økning i forskning på identitet og matematisk identitet de siste to tiårene (Darragh, 2016; Graven & Heyd-Metzuyanim, 2019). Gee (2000, s. 99) hevdet at «In today's fast changing and interconnected global worlds, researchers in a variety of areas have come to see identity as an important analytic tool for understanding schools and society». Forskning på identitet innen matematikkdidaktikk kan være nyttig av flere grunner. Darragh (2016, s. 19-20) nevnte blant annet at forskning på identitet kan fungere som et verktøy for å forstå den enkeltes forhold til matematikk, og for å forstå mer om læring av matematikk generelt. Forskning på matematisk identitet har for eksempel vært brukt for å undersøke hvorfor elever slutter å engasjere seg i faget (Graven & Heyd-Metzuyanim, 2019, s. 361). I tillegg har forskning vist at matematisk identitet kan måles, og resultatene fra forskning kan brukes for å identifisere hvilke karakteristikker som skiller personer med sterk fra personer med svak matematisk identitet (Kaspersen, Pepin & Sikko, 2017a; Ytterhaug, 2019).

Begrepet identitet defineres og operasjonaliseres på ulike måter i forskningslitteraturen (Darragh, 2016; Graven & Heyd-Metzuyanim, 2019). Når jeg bruker begrepet *matematisk identitet* i denne oppgaven refererer jeg til et sett med karakteristikker som handler om matematiske handlinger. Eksempler på karakteristikker er: «å bli engasjert når noen starter en matematisk diskusjon» og «å koble det man lærer opp mot det man vet fra før» (Kaspersen et al., 2017a). Matematisk identitet handler om hva som karakteriserer personer som «er matematiske» i en gitt kontekst. En kontekst kan defineres som den kollektive aktiviteten personer deltar i, for eksempel en linje på videregående skole (bygg- og anleggsteknikk) eller et yrke (bioingeniør). I en kontekst danner karakteristikkene en sosial struktur som personer kan måles relativt til. Matematisk identitet kan dermed beskrives som er en relativ posisjon i stedet for noe en person *har* (Kaspersen, 2018, s. 8). Begrepet, slik det blir operasjonalisert i denne studien, har som hensikt å måle andre aspekter enn fagkunnskaper i matematikk.

Et spørsmål i litteraturen er hvorvidt matematisk identitet er kontekstavhengig eller om det er noe som er relativt stabilt på tvers av kontekster (f.eks., Darragh, 2016). Det er ukjent om betydningen av matematisk identitet er den samme i ungdomsskolen og i videregående skole. Dersom matematisk identitet ikke betyr det samme i kontekstene kan det stilles spørsmål ved hvordan undervisningen i grunnskolen legges opp. Er grunnskolen et springbrett for én gruppe elever fremfor en annen? Stimuleres karakteristikker i grunnskolen som egner seg bedre for én gruppe elever fremfor en annen gruppe? Dersom det er tilfelle, vil det kunne medføre konsekvenser for hvilken verdi grunnskolen fremmer om linjer i videregående skole. Hvis matematisk identitet er det samme på tvers av ungdomsskolen og videregående skole, derimot, kan man bruke opplæringen i ungdomsskolen og i videregående skole til å stimulere karakteristikker som er sentrale for matematisk identitet.

1.1 Problemformulering

Fokuset på andre aspekter enn fagkunnskaper i opplæringsloven og i fagfornyelsen, og den stadig økende forskningslitteraturen om matematisk identitet, er noen av årsakene til at jeg finner det interessant og nyttig å belyse temaet. Jeg antar at det er viktig å utvikle matematisk identitet slik begrepet er operasjonalisert i denne studien, og at det er positivt å utvikle karakteristikkene som utgjør begrepet. Forskning på matematisk identitet kan blant annet være et bidrag for å konkretisere innhold knyttet til andre aspekter enn fagkunnskaper i matematikk. Det eksisterer et instrument for å måle matematisk identitet i ungdomsskolen, men det er ennå ukjent om det samme instrumentet kan brukes til å måle matematisk identitet i videregående skole. Jeg har formulert følgende problemformuleringer:

1. Hva er de psykometriske egenskapene til et instrument som måler matematisk identitet i videregående skole?
2. Hva er graden av invarians mellom matematisk identitet i ungdomsskolen og i videregående skole, og hvilken praktisk betydning har graden av invarians for sammenligningen av matematisk identitet mellom kontekstene?

Med *psykometriske egenskaper* mener jeg validitetsanalysene til et instrument, og analysene vil bli beskrevet i underkapittel 4.4. Begrepet *invarians* blir definert i underkapittel 2.3.1.3, og operasjonalisert i underkapittel 4.4.4. Kort fortalt kan man analysere invarians gjennom en DIF-analyse (differential item functioning), hvor man undersøker om det er statistisk signifikante forskjeller i datamaterialet (Wolfe & Smith, 2007b).

1.2 Metodiske valg

Jeg anvendte i denne studien Rasch målingsteori, og analyserte datamaterialet i programvaren Winsteps (Linacre, 2020a). Rasch målingsteori er et tilgjengelig verktøy for å konstruere objektive, additive skalaer i samfunnsvitenskapen, og de grunnleggende prinsippene for måling formulert av Thurstone blir ansett som krav (Andrich, 1989; Bond & Fox, 2001, s. 7-8). Winsteps er en programvare som kan utforme Rasch-målinger fra en datamatrise med personer og utsagn (Bond & Fox, 2001, s. 212).

For å svare på den første problemformuleringen validerte jeg instrumentet jeg brukte for å måle matematisk identitet i videregående skole. Instrumentet ble konstruert og validert av Kaspersen (2015), og har blitt brukt, blant annet, for å måle matematisk identitet i ungdomsskolen (Ytterhaug, 2019). Da jeg undersøkte de psykometriske egenskapene til instrumentet, tok jeg høyde for rammeverket til Wolfe & Smith (2007a; 2007b).

For å svare på den andre problemformuleringen validerte jeg først instrumentet på et datamateriale fra en ungdomsskole. Datamaterialet ble samlet inn av en tidligere student ved NTNU (Ytterhaug, 2019). Deretter slo jeg sammen datamaterialene fra ungdomsskolen og videregående skole, og gjennomførte en DIF-analyse for å undersøke om det var signifikante forskjeller mellom kontekstene ungdomsskole og videregående skole. Til slutt analyserte jeg om forskjellene hadde en praktisk betydning for sammenligningen av matematisk identitet mellom kontekstene.

1.3 Teoretiske valg

Det er uenighet knyttet til definisjonen og operasjonaliseringen av begrepet identitet i forskningslitteraturen (Darragh, 2016; Graven & Heyd-Metzuyanim, 2019). Jeg vil derfor presentere et utvalg av definisjoner om identitet for å illustrere mangfoldet (f.eks., Gee, 2000; Sfard & Prusak, 2005b). Jeg valgte å bruke rammeverket til Kaspersen et al. (2017a) om måling av matematisk identitet som teoretisk rammeverk for denne studien. Rammeverket egner seg for å måle matematisk identitet, og er et rammeverk som er kompatibelt med måling. Jeg støttet meg til målingsteori basert på grunnleggende prinsipper for måling (Andrich, 1989; Thurstone, 1959).

1.4 Begrepsforklaringer

Begrepene utsagn og karakteristikk henger tett sammen, og vil i denne studien bli brukt om hverandre. Et utsagn er en formulert påstand i et spørreskjema som personene kan ta stilling til. Utsagnene i denne oppgaven omhandler karakteristikker om hvordan personer identifiserer seg med matematikk. En karakteristikk betegnes i denne oppgaven som en ideell egenskap eller kvalitet. En kontekst er den kollektive aktiviteten personer deltar i, for eksempel en linje på videregående skole (bygg- og anleggsteknikk) eller et yrke (bioingeniør). Sosial matematisk identitet i en kontekst kan beskrives som et sett karakteristikker og strukturen til karakteristikkene. Personlig matematisk identitet er individers posisjoner relativt til en sosial matematisk identitet i en kontekst (Kaspersen et al., 2017a).

1.5 Oppbygning

Jeg vil i kapittel 2 presentere min teoretiske forankring. Denne presentasjonen er nødvendig for å forstå hvordan begrepet matematisk identitet blir definert og operasjonalisert i denne oppgaven, og for å forstå hvilke prinsipper som ligger til grunn for å måle begrepet. I kapittel 3 vil jeg gjøre rede for målingsteori, og kapittelet skal være til hjelp for å forstå metoden. I kapittel 4 vil jeg presentere og begrunne mine metodiske valg. Det gjør jeg for at det skal være mulig å replikere studien, og for å gjøre prosessen så gjennomsiktig som mulig. Jeg vil beskrive hvordan jeg har gått frem for å besvare problemformuleringene, og presentere etiske betraktninger jeg har tatt hensyn til gjennom hele arbeidsprosessen. I kapittel 5 vil jeg vise resultatene fra analysen. I kapittel 6 vil jeg drøfte noen av funnene fra studien, legge frem metodekritikk og presentere implikasjoner ved studien. Til slutt vil jeg konkludere.

2 Teoretisk forankring

I dette kapittelet skal jeg introdusere relevante begreper og definisjoner som er sentrale for å analysere datamaterialet i studien. Det finnes mange rammeverk om identitet (f.eks., Darragh, 2016), og begrepet er ikke intuitivt. Jeg vil presentere et utvalg av rammeverk for å illustrere mangfoldet. Ettersom måling er en essensiell del av denne studien, vil jeg videre presentere målingsteori. Jeg har støttet meg til Thurstone (1959) sine grunnleggende prinsipper for måling: endimensjonalitet, invarians og additivitet. I tillegg har jeg tatt høyde for egenskapen ved at mål er relasjonelle (Thurstone, 1959). I hovedsak har jeg støttet meg til et teoretisk rammeverk om måling av matematisk identitet (Kaspersen et al., 2017a), og jeg vil definere og operasjonalisere begrepet *matematisk identitet* i henhold til dette rammeverket.

2.1 Valg av teori

Jeg vil kort nevne den filosofiske retningen *pragmatisme* som er vesentlig for denne studien. Pragmatismen ble grunnlagt på slutten av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet, og Charles S. Peirce, William James og John Dewey kan regnes som de første pragmatikerne (Talisse & Aikin, 2011). Pragmatismen fremhever menneskelige handlinger og behovet for å løse problemer. Et fellestrekk ved pragmatikere er at de benekter at kunnskap kan ha et absolutt sikkert grunnlag: viten er feilbarlig og reviderbar (Stølen, 2019). Selv om intern holdbarhet i et rammeverk er et ideal, verdsetter pragmatismen først og fremst de praktiske konsekvensene ved valg av rammeverk. Det mest sentrale for min oppgave er at pragmatismen aksepterer teoripluralisme.

Lester (2005, s. 460) fremmet at ingen rammeverk alene vil være dekkende for et komplekst begrep, og ulike definisjoner og operasjonaliseringer kan være nyttige i ulike sammenhenger. Forskningsfeltet knyttet til identitet er stort, og det finnes mange forskjellige teoretiske rammeverk om identitet (Darragh, 2016). I tråd med pragmatismen aksepterer jeg at det finnes flere teorier om identitet. I stedet for å finne det mest riktige rammeverket, har jeg i denne studien valgt et rammeverk som er hensiktsmessig for å svare på mine problemformuleringer: jeg har brukt et rammeverk som er kompatibelt med måling. Videre vil jeg presentere ulike rammeverk om identitet.

2.2 Rammeverk om identitet

Hensikten med å presentere ulike rammeverk om identitet er å illustrere mangfoldet av teoretiske rammeverk og tilnærminger. Grovt sett kan man dele inn forskning på identitet i to kategorier: identitet som noe personlig og identitet som noe sosialt (Darragh, 2016, s. 26-27). Jeg vil derfor kort presentere Erikson og Mead sine teorier om identitet, ettersom Erikson anså identitet som noe personlig og Mead anså identitet som noe sosialt. Andre har betraktet identitet som både et sosialt og personlig begrep, og jeg vil presentere Deaux (1993) som et eksempel på en slik tilnærming til identitet.

Det finnes mange teoretiske rammeverk om identitet, og Gee (2000), Sfard & Prusak (2005b), Holland, Lachicotte, Skinner & Cain (1998) og Lave & Wenger (1991)/Wenger (1998) er fremtredende som teoretiske rammer for en stor del av forskningen (Darragh, 2016; Graven & Heyd-Metzuyanim, 2019). For å avgrense oppgaven har jeg valgt å presentere rammeverket til Gee (2000) og Sfard & Prusak (2005b). De fleste studiene om identitet bygger på en form for sosiokulturell ramme og benytter seg av kvalitative metoder for å undersøke identitet (Darragh, 2016).

Det har vært uenighet knyttet til definisjonen av identitet, og det er manglende klarhet rundt operasjonaliseringen av begrepet i mange teorier (Darragh, 2016; Graven & Heyd-Metzuyanim, 2019). Det kan blant annet skyldes at identitet har vært anvendt av forskere fra ulike paradigmer (Radovic, Black, Williams & Salas, 2018, s. 22). Begrepet *identitet* er ikke selvforklarende. Likevel unngår mange å definere identitet, eller definerer begrepet kun delvis. For eksempel velger noen å definere identitet så bredt at det er vanskelig å presisere operasjonalisering av alle komponentene som tilhører definisjonen. Andre unngår å definere identitet konkret, og fokusere i stedet på andre aspekter som er nært knyttet til identitet. I litteraturen kan det likevel virke som at det er en bevissthet rundt viktigheten av å definere identitet, men at svakheten ofte ligger i operasjonaliseringen av begrepet (Graven & Heyd-Metzuyanim, 2019, s. 368).

2.2.1 Erikson og Mead om identitet

Erikson og Mead kan regnes som forfedre for begrepet *identitet*, og man kan skille mellom to ulike syn: identitet som tilegnelse og identitet som en handling (Darragh, 2016). Erikson forsto identitet som tilegnelse. Identitet er, slik han forsto begrepet, noe man har som blir konsekvent og konsistent. Målet til personer er å utvikle en stabil identitet gjennom livet, noe Erikson illustrerte gjennom identitetskriser. Identitet som tilegnelse handler om at identitet er iboende og personlig (Erikson, referert i Darragh, 2016, s. 26-27).

Mead sitt syn på identitet innebærer «(…) a sense of oneself as a participant in the social roles and positions defined by a specific, historically constituted set of social activities» (Holland & Lachicotte Jr., referert i Darragh, 2016, s. 27). Mead forsto identitet som en handling, og noe som blir utviklet i interaksjon med miljøet. Han oppfattet identitet som mangfoldig, selv om begrepet kunne opptre mer samlet for den enkelte. Ifølge Mead kunne identitet være kontradiktorisk, som for eksempel å ha motstridende holdninger. Identitet som en handling kan beskrives som noe sosialt (Graven & Heyd-Metzuyanim, 2019, s. 361).

2.2.2 Identitet som et sosialt og personlig begrep

I motsetning til Erikson og Mead anså Deaux (1993, s. 5-6) identitet som *både* et personlig og et sosialt begrep. Hun beskrev at personlig identitet handler om karakteristikker og oppførsler som en person mener er selvbeskrivende (f.eks., å være morsom), og at sosial identitet handler om rollene eller kategoriene av medlemskap som en person hevder er representative (f.eks., å være afroamerikaner). Deaux (1993) mente at forskjellen mellom identitet som noe personlig og som noe sosialt er vilkårlig og villedende, og foreslo at personlige og sosiale identiteter er fundamentalt sammenhengende. Begge tilnærmingene er nødvendige for å gi den andre mening.

2.2.3 Diskursiv identitet

Gee (2000) beskrev identitet generelt, men mange har likevel brukt rammeverket for å undersøke identitet i sammenheng med matematikk (f.eks., Solomon, 2007). Identitet, slik Gee forsto det, er å bli gjenkjent som en bestemt type person i en gitt kontekst. Han beskrev prosessen på følgende måte: «When any human being acts and interacts in a given context, others recognize that person as acting and interacting as a certain 'kind of person' or even as several different 'kinds' at once» (Gee, 2000, s. 99). Den personen man blir gjenkjent for å være kan endre seg fra øyeblikk til øyeblikk og fra kontekst til kontekst, og kan være tvetydig og ustabil.

Gee sin beskrivelse av identitet bygger på fire perspektiver som handler om hva det vil si å bli gjenkjent som en bestemt type person: naturlig identitet, institusjonell identitet, diskursiv identitet og affinitetsidentitet (min oversettelse, Gee, 2000, s. 100). De fire perspektivene er ikke adskilte, men står i et gjensidig forhold til hverandre. Hver kategori er en måte å rette oppmerksomheten mot ulike aspekter av hvordan identiteter formes og vedvares. I en situasjon kan alle kategoriene være til stede og være vevd sammen når en person handler. For at en egenskap skal være gjeldende som en identitet, må den bli gjenkjent av noen (en selv eller av andre) som meningsfull i den forstand at den utgjør hele eller deler av den type person man er. En egenskap får dermed «kraft» som en identitet ved gjenkjennelse (Gee, 2000).

Naturlig identitet utvikles fra krefter i naturen. Vi er den vi er på grunn av vår natur. Naturlig identitet er noe man er, ikke noe man har gjort eller oppnådd (Gee, 2000). Et eksempel på en naturlig identitet er at jeg er en jente. Eksempelet illustrerer noe som skjer utenfor ens egen og samfunnets kontroll.

Institusjonell identitet er autorisert av autoriteter i institusjoner. Vi er den vi er på grunn av posisjoner vi har i samfunnet. Slike identiteter er ikke naturgitte, og kan ikke oppnås på egenhånd (Gee, 2000). Et eksempel er statsministerens posisjon som regjeringssjef, en posisjon som er tildelt av Stortinget.

Diskursiv identitet gjenkjennes i diskurs eller dialog med andre individer. Vi er den vi er på grunn av våre individuelle prestasjoner slik de blir gjenkjent av andre, og kan ikke oppnås alene. Et eksempel er at min søster er omsorgsfull. Diskursiv identitet er en individuell egenskap som betyr noe for ens personlighet, og må bli gjenkjent av personer som ikke er «tvunget» til å samhandle med personen, på bakgrunn av for eksempel institusjonell autoritet, lover eller tradisjoner (Gee, 2000).

Affinitetsidentitet handler om forskjellige sosiale praksiser som skaper og opprettholder gruppetilhørighet. Vi er den vi er på grunn av erfaringene vi har i bestemte affinitetsgrupper. Et eksempel kan være at man er medlem av supporter-klubben til Liverpool. I en affinitetsgruppe deler man troskap til, tilgang til og deltakelse i spesifikke praksiser som gir nødvendige erfaringer for å være en del av gruppen. Utover medlemskapet i en affinitetsgruppe trenger ikke personene å ha noe til felles (Gee, 2000).

2.2.4 Fortellende identitet

Sfard & Prusak (2005b) beskrev ikke matematisk identitet spesifikt, men rammeverket er likevel brukt av mange for å undersøke identitet i sammenheng med matematikk (f.eks., Heyd-Metzuyanim, 2013). Sfard & Prusak definerte identitet til å være de narrativene om en person som er tingliggjørende (reifying), betydelige (endorsable) og signifikante (significant):

> The reifying quality comes with the use of verbs such as be, have or can rather than do, and with the adverbs always, never, usually, and so forth, that stress repetitiveness of actions. A story about a person counts as endorsable if the identity-builder, when asked, would say that it faithfully reflects the state of affairs in the world. A narrative is regarded as significant if any change in it is likely to affect the storyteller's feelings about the identified person. (Sfard & Prusak, 2005b, s. 16)

Ens identitet er ikke representert ved, eller uttrykt gjennom, narrativer, men identitet *er* narrativene i seg selv. Narrativene er tilgjengelige og kan undersøkes. Identitet «lages» av mennesker, og er et produkt av kollektiv historiefortelling. Sfard & Prusak (2005b) forsto identitetsprosessen som en kommunikasjonsprosess. Narrativene er i seg selv interessante, og består av ord som påvirker ens handlinger.

Alle identifiserende historier kan representeres ved trippelen ${}_{B}A_{C}$. A er den identifiserte personen, B er forfatteren og C er mottakeren. Det eksisterer flere identiteter for alle personer, og historiene om en person kan være forskjellige (til og med motstridende). Historiene påvirkes av hvem som forteller dem og hvem som mottar dem. Sfard & Prusak skiller mellom

${}_{A}A_{C}$ = En identifiserende fortelling fortalt av den identifiserte personen.

${}_{B}A_{A}$ = En identifiserende fortelling fortalt til den identifiserte personen.

${}_{B}A_{C}$ = En identifiserende fortelling om A fortalt av en tredjepart til en tredjepart.

Historiene kalles henholdsvis A's førstepersons-identitet, andrepersons-identitet og tredjepersons-identitet (min oversettelse, Sfard & Prusak, 2005, s. 17). En fjerne trippel er ${}_{A}A_{A}$ og beskriver en identifiserende fortelling som den identifiserte personen forteller om seg selv til seg selv. Det er sannsynlig at den sistnevnte trippelen har mest å si for våre handlinger (Sfard & Prusak, 2005).

2.3 Måling i samfunnsvitenskapen

Måling er en essensiell del av denne oppgaven, og jeg ser det nødvendig å presentere målingsteori. For at data fra samfunnsvitenskapen skal kunne lede til samme kvalitet på generaliseringer som i naturvitenskapen, må måling av psykologiske begreper holde samme standard som måling av fysiske begreper eller fenomener (Bond & Fox, 2001, s. 2).

Thurstone var en av igangsetterne av kvantitativ måling i samfunnsvitenskapen (Thurstone, 1959; Wright & Stone, 1979). På 1920-tallet formulerte han grunnleggende prinsipper for måling: endimensjonalitet, additivitet og invarians (Andrich, 1989). I tillegg fremmet han egenskapen ved at mål er relasjonelle (Thurstone, 1959; Wright & Stone, 1979). Prinsippene fungerer som krav, til tross for at noen har ansett dem som antakelser (Andrich, 1989). Thurstone (1959) mente at kravene til måling burde være de samme, uavhengig av om det som ble målt var noe fysisk (f.eks., høyde eller vekt) eller noe psykologisk (f.eks., selvfølelse). Prinsippene for måling ble operasjonalisert av Rasch (1960), og anses som grunnleggende for psykometrisk måling (f.eks., Bond & Fox, 2001).

2.3.1 Grunnleggende prinsipper for måling

2.3.1.1 Endimensjonalitet

Thurstone (1959, s. 218-220) mente at måling innebærer en lineær, sammenhengende enhet, som for eksempel lengde eller vekt. Utsagnene eller «holdepunktene» på en skala skal beskrive «mer av» eller «mindre av» det man måler. Det vil si at utsagnene tilhørende et instrument må måle det samme. Utsagnene indikerer noe latent, og har noe kvalitativt til felles. Når instrumentet måler ett begrep kan man gjøre sammenligninger som for eksempel å «ha mer evne enn», «være lavere enn» og «ha sterkere matematisk identitet enn». Endimensjonalitet er en teoretisk idé, som en linje i Euklidsk geometri

(Kaspersen et al., 2017a, s. 165). Ethvert begrep eller fenomen, psykologisk eller fysisk, vil i praksis være flerdimensjonalt. Man kan likevel konkludere med at et instrument måler *nok* av det man ønsker å måle, og at instrumentet er tilstrekkelig endimensjonalt. Dersom et begrep blir oppfattet som flerdimensjonalt, kreves det flere instrumenter for å måle de ulike dimensjonene (Thurstone, 1959).

2.3.1.2 Additivitet

Plasseringen av objekter, både personer og utsagn, på en skala må tilfredsstille kravet om additivitet (Thurstone, 1959). Linacre (2005, s. 1) beskrev at en nødvendig forutsetning for aritmetikkens grunnregler er at «one more unit means the same amount extra, no matter how much we already have». Dette er additivitet. Additivitet impliserer for eksempel at dersom A er 5 kg tyngre enn B, og B er 7 kg tyngre enn C, så vil avstanden mellom A og C tilsvare avstanden mellom A og B og mellom B og C (dvs., 12 kg). På samme måte impliserer additivitet at dersom målene til utsagn A, B og C er henholdsvis 1, 2 og 4, så er avstanden mellom B og C dobbelt så stor som avstanden mellom A og B.

2.3.1.3 Invarians

Innenfor utvalget for hva et instrument skal kunne måle, skal instrumentet være upåvirket av hvem eller hva som måles. For eksempel skal det ikke ha noe å si om man veier mel, et menneske eller et dyr når man måler vekt. Dersom et instrument ikke oppfyller kravet om invarians vil påliteligheten til instrumentet svekkes (Thurstone, 1959, s. 228). Når personer tilhører samme kontekst (f.eks., en linje i videregående skole) skal ikke utsagnenes posisjon på en skala være påvirket av hvilke personer eller undergrupper som måles. Dersom et instrument tilfredsstiller kravet om invarians skal man kunne legge til og/eller fjerne utsagn på en skala i en kontekst uten at det har en påvirkende effekt på de individuelle personmålene. For at skalaen skal regnes som gyldig er det avgjørende at et utsagns verdi på skalaen ikke er påvirket av meningene til personene som har konstruert det (Andrich, 1989, s. 10).

2.3.1.4 Relasjonelle mål

De grunnleggende prinsippene for måling bygger på antakelsen om at måling i den sosiale vitenskapen metodologisk er det samme som måling i den fysiske verden. Ettersom mål i den fysiske verden er relasjonelle, kan man si det samme om mål i den sosiale vitenskapen. Det medfører at begreper er relative til konteksten de observeres i (Kaspersen, 2018, s. 38). Verdien til en person får betydning når man spesifiserer et vilkårlig nullpunkt og en vilkårlig enhetslengde. Et mål får en numerisk verdi relativt til et nullpunkt, og målene kan sammenlignes (Thurstone, 1959, s. 184).

2.4 Rammeverk for måling av matematisk identitet

Jeg valgte å benytte meg av et rammeverk for måling av matematisk identitet (Kaspersen et al., 2017a). Rammeverket har tidligere vært brukt for å måle matematisk identitet i høyere utdanning (Kaspersen et al., 2017a) og i ungdomsskolen (Ytterhaug, 2019). Jeg vil i denne studien definere og operasjonalisere begrepet *matematisk identitet* i henhold til rammeverket.

Det teoretiske perspektivet på matematisk identitet bygger på noen grunnleggende antakelser (Kaspersen et al., 2017a, s. 167-168). Den første antakelsen er at begrepene identitet og matematisk identitet er relasjonelle av natur. Det vil si at matematisk identitet kun kan måles relativt til en kontekst hvor observasjonene blir gjennomført. Til tross for at matematisk identitet må måles relativt til en kontekst, betyr det nødvendigvis ikke at matematisk identitet *er* kontekstavhengig. Den andre antakelsen innebærer at kontekstavhengigheten til identitet ikke er et dikotomisk spørsmål. Begrepet matematisk identitet trenger ikke betegnes som enten helt kontekstavhengig (dvs., at matematisk identitet avhenger av hvilken kontekst man befinner seg i) eller helt kontekstuavhengig (dvs., at konteksten er ubetydelig). Begrepet kan plasseres et sted mellom ytterpunktene. Den tredje antakelsen er at kontekstavhengigheten til identitet ikke trenger å være statisk. Det vil si at det ikke finnes et universelt svar på spørsmålet om hvor kontekstavhengig eller kontekstuavhengig matematisk identitet er. Kontekstavhengighet er et empirisk spørsmål (Kaspersen et al., 2017a).

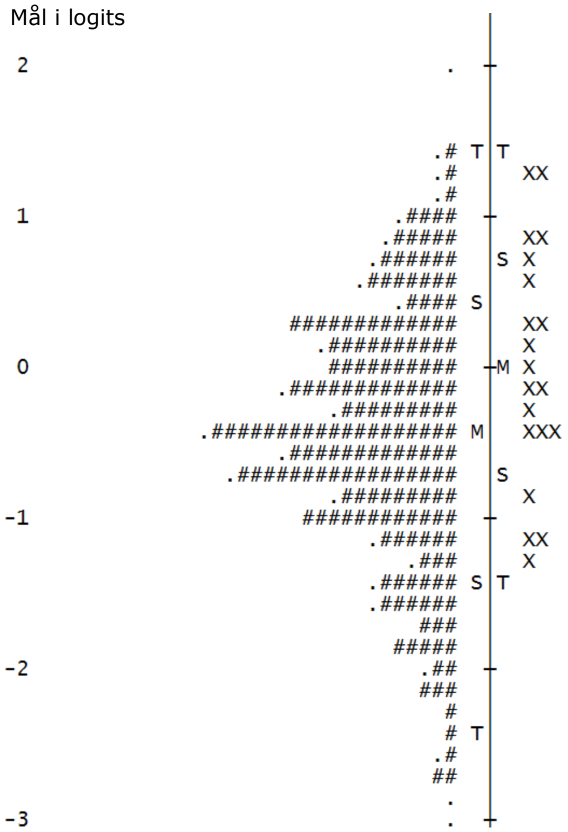
Matematisk identitet kan defineres som en relasjon mellom sosial matematisk identitet og personlig matematisk identitet, og beskriver individers posisjon relativt til en struktur av karakteristikker i en kontekst hvor de deltar og bidrar (Kaspersen et al., 2017a). Matematisk identitet er dermed en relativ posisjon, i stedet for noe man *har*, og begrepet beskriver et forhold mellom personlige og sosiale posisjoner. Rammeverket for matematisk identitet tillater noen personer å identifisere seg sterkere med matematikk enn andre (Kaspersen, 2018, s. 45). I likhet med Deaux (1993) anses identitet som en relasjon mellom det sosiale og det personlige, og måling av identitet fanger opp både sosiale (strukturelle) og personlige aspekter ved identitet samtidig. Det sosiale og det personlige er i et gjensidig samspill.

I denne studien operasjonaliserer jeg sosial matematisk identitet som et sett karakteristikker og strukturen til karakteristikkene. Eksempler på karakteristikker kan være: «å ta initiativ til å lære mer om et matematisk emne enn skole/jobb legger opp til», «å ha problemer med å legge fra seg matematiske oppgaver», «å bli engasjert når noen starter en matematisk diskusjon» og «å prøve å visualisere problemer når man står fast». Strukturen av karakteristikker i en kontekst avhenger av personene i konteksten, men skal ikke være påvirket av hvilke undergrupper (f.eks., kjønn) i en kontekst som inkluderes i analysen. Det betyr at den indre strukturen av karakteristikker ikke skal endre seg i en kontekst når man fjerner eller legger til personer som tilhører samme kontekst. Den sosiale matematiske identiteten kan dermed betraktes som person-uavhengig (Kaspersen et al., 2017a).

I en kontekst eksisterer et mangfold av karakteristikker, både stabile og ustabile. Den sosiale matematiske identiteten i en kontekst består kun av karakteristikker som er invariante (dvs., karakteristikkene som er relativt stabile), uten å anta at andre ikke eksisterer. En sosial matematisk identitet representerer én dimensjon av matematisk identitet. Det er sannsynlig at det finnes andre karakteristikker og andre dimensjoner av matematisk identitet (Kaspersen et al., 2017a).

Personlig matematisk identitet defineres, i denne studien, til å være individers posisjon relativt til en sosial matematisk identitet. Et sett med karakteristikker danner en struktur lik «strekene» på en meterstokk, og personer kan måles relativt til denne strukturen (Kaspersen et al., 2017a). Personene fikk i denne studien en posisjon på en skala basert på hvordan de identifiserte seg med utsagnene i et spørreskjema.

Videre vil jeg bruke et eksempel fra denne studien for å beskrive matematisk identitet på en konkret måte. Jeg vil presentere de metodiske detaljene i metodekapittelet. Figur 1 viser matematisk identitet målt i videregående skole. På høyre side i figuren illustreres den sosiale matematiske identiteten i konteksten. Hver x representerer ett utsagn. På venstre side i figuren illustreres de personlige matematiske identitetene. Hver «#» representerer tre elever, og hver «.» er én til to elever.



Figur 1: Fordeling av elever og utsagn langs samme skala

Dersom et utsagn har en høy posisjon er det sannsynlig at utsagnet er vanskelig å slutte seg til for personene i den observerte konteksten. På samme måte vil det være lett for personene i konteksten å si seg enig i et utsagn med en lav posisjon. Posisjonen til en person avhenger av personens respons til utsagnene. Personer med høye mål på skalaen har sterkere matematisk identitet enn det personer med lave mål har. To personer kan sies å ha omtrentlig samme matematisk identitet dersom de har samme mål relativt til den samme sosiale matematiske identiteten (Wright & Stone, 1979).

2.4.1 Å sammenligne matematisk identitet på tvers av kontekster

Den sosiale matematiske identiteten i en kontekst (f.eks., ungdomsskolen) er nødvendigvis ikke lik den sosiale matematiske identiteten i en annen kontekst (f.eks., videregående skole). Det betyr at matematisk identitet kan ha ulik betydning i to kontekster. For å kunne ta avgjørelser om matematisk identitet kan betraktes som relativt kontekstavhengig eller ikke, trenger man informasjon om minst to ulike kontekster.

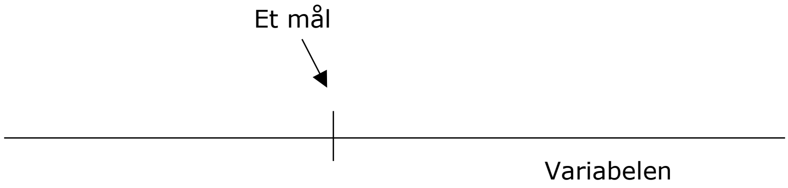
Dersom den sosiale matematiske identiteten i kontekst A og kontekst B er omtrent lik, vil matematisk identitet kunne regnes som tilnærmet kontekst-uavhengig mellom de to kontekstene. Jo mer strukturen av karakteristikker i to kontekster divergerer, desto mer kontekstavhengig er matematisk identitet mellom kontekstene. Dersom den sosiale matematiske identiteten er helt ulik i innhold og struktur gir det ikke mening å sammenligne mål, og man kan si at matematisk identitet er helt situert mellom kontekst A og B (Kaspersen et al., 2017a).

3 Måling

I dette kapittelet vil jeg kort beskrive psykometrisk måling og hvordan en variabel kan konstrueres. En variabel for et begrep består av mål, og utgjør en skala som personer kan måles relativt til. Jeg vil presentere tre modeller for måling, og gjøre rede for Rasch målingsteori.

3.1 Psykometrisk måling

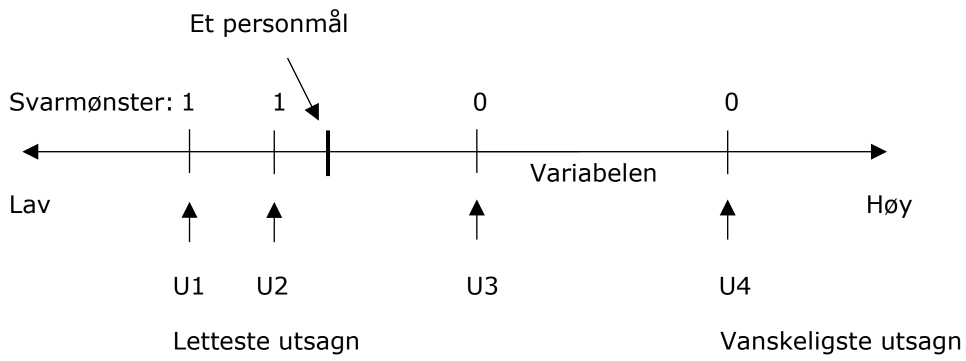
Psykometrisk måling er måling av psykologiske begreper (Malt & Aslaksen, 2018). Thurstone (1959) sine grunnleggende prinsipper for måling er et godt utgangspunkt for psykometrisk måling. For å kunne måle et psykologisk begrep, må man ha en metode for å omgjøre observasjoner fra innsamlet data til mål på en variabel. Wright & Stone (1979, s. 1) illustrerer forholdet mellom en variabel og et mål på følgende måte:



Figur 2: Et mål på en variabel

Variabelen er illustrert som en linje, og et mål kan illustreres som et punkt på linjen. En variabel må være endimensjonal for at måling skal gi mening (Thurstone, 1959). Det betyr at objektene som utgjør en variabel, for eksempel strekene på en linjal, til sammen måler det samme begrepet. Utsagnene eller spørsmålene tilhørende et instrument utgjør den operasjonaliserte definisjonen av en variabel, og objektene kan graderes etter vanskelighetsgrad (Wright & Stone, 1979, s. 1-2). I min studie er objektene utsagn, og jeg vil derfor videre beskrive objektene tilhørende en variabel som utsagn.

Måling av personer innebærer å estimere personenes mål på en variabel relativt til utsagnene, og plasseringen av et personmål baserer seg på personens respons til utsagnene. Responsen kan for eksempel være personers grad av enighet til utsagnene i et spørreskjema (Wright & Stone, 1979). Figur 3 illustrerer et personmål på en variabel inspirert av Wright & Stone (1979, s. 3). Man kan forvente at personers responsmønstre er konsistente med vanskelighetsgraden til utsagnene. Noe avvik kan forventes, som for eksempel at personer sier seg enig i utsagn som har høyere mål enn sitt eget personmål. Dersom det derimot er for mye uregelmessighet kan det tyde på at noe er galt. Det er derfor nødvendig å analysere svarmønstrene til personene i et utvalg (Wright & Stone, 1979, s. 2-4).



Figur 3: Et personmål på en variabel

3.2 Modeller for måling

Det finnes mange modeller for måling. For eksempel er Classical Test Theory (CTT), Item-Response Theory (IRT) og Rasch Measurement Theory (RMT) modeller som brukes. CTT innebærer telling av rådata, og baserer seg ikke på Thurstone (1959) sine grunnleggende prinsipper for måling (Bond & Fox, 2001). Jeg valgte derfor å se bort ifra CTT som metode. IRT og RMT er begge anerkjente modeller for måling, og baserer seg på Thurstone (1959) sine prinsipper for måling. I motsetning til RMT anser ikke IRT Thurstone sine grunnleggende prinsipper som krav, men som antakelser (Andrich, 1989). Jeg har derfor valgt å bruke RMT som metode for å måle matematisk identitet.

3.2.1 Rasch målingsteori

Rasch-modellen er en sannsynlighetsmodell som anslår målene til utsagnene og personene i et utvalg. Det finnes flere versjoner av Rasch-modellen, som blant annet kan skilles på bakgrunn av hvor mange svarkategorier som brukes. For enkelhetsskyld vil jeg beskrive den dikotome versjonen, hvor man har to svaralternativer (Bond & Fox, 2001). Jeg vil bruke et eksempel hvor den ene svarkategorien er «enig» og den andre er «uenig».

Vanskelighetsgraden til et utsagn estimeres basert på andelen personer som er enige og uenige i utsagnet. Personers mål estimeres på grunnlag av andelen utsagn som en person sier seg enig i (Bond & Fox, 2001, s. 174). Prosedyren for å beregne målet til et utsagn eller en person er den samme. For eksempel kan man beregne vanskelighetsgraden til et utsagn ved å dividere prosentandelen personer som er enig i utsagnet med prosentandelen personer som er uenig. Den naturlige logaritmen til kvotienten er et estimat på målet til utsagnet (Bond & Fox, 2001, s. 200). Både personer og utsagn måles relativt til en logit-skala, og måleenheten er «logits». Logits er en vilkårlig enhet, på samme som at Celcius og Fahrenheit er vilkårlige enheter for temperatur.

Logits skaleres som intervaller med like og konsistente verdier (Bond & Fox, 2001, s. 29). Det er derfor mulig å avgjøre en nøyaktig avstand mellom målene på en skala, hvor 0 logits er vilkårlig satt som gjennomsnittsmålet til utsagnene (Bond & Fox, 2001, s. 231). Dersom en person og et utsagn posisjonerer seg på samme sted på logit-skalaen vil det være 50% sjanse for at personen sier seg enig i utsagnet (Bond & Fox, 2001, s. 29). Enhver person har større sannsynlighet for å si seg enig i utsagn med lave mål, og mindre sannsynlighet for å si seg enig i utsagn med høye mål. Jo høyere mål en person har, desto større er sannsynligheten for at personen vil si seg enig i et utsagn (Bond &

Fox, 2001, s. 199-200). Det er derimot ikke alltid slik at personer responderer slik man forventer. En person kan si seg enig i utsagn som har høyere vanskelighetsgrad enn personens mål, og kan si seg uenig i utsagn som har lavere vanskelighetsgrad enn personens mål (Wright & Stone, 1979).

Sannsynligheten for at en person sier seg enig i et utsagn kan beskrives som en relasjon mellom personens mål på skalaen og vanskelighetsgraden til utsagnet. En person *v* med dyktighet β_v responderer på et utsagn ι med vanskelighetsgrad δ_ι (Wright & Stone, 1979). Den dikotome versjonen av Rasch-modellen anslår sannsynligheten for at en person sier seg enig i et utsagn. Sannsynligheten er en funksjon av avstanden mellom personens mål og utsagnets vanskelighetsgrad: $(\beta_v - \delta_\iota)$. Differansen $(\beta_v - \delta_\iota)$ kan variere fra $-\infty$ til $+\infty$. Sannsynligheten for en respons må derimot være mellom 0 og 1. Dersom differansen $(\beta_v - \delta_\iota)$ er en eksponent av konstanten *e* vil funksjonen være bundet mellom 0 og $+\infty$. For at sannsynligheten skal være mellom 0 og 1 kan man skrive funksjonen som en brøk, hvor nevneren er en normaliseringsfaktor (Wright & Stone, 1979, s. 15).

$$P(x = 1) = \frac{e^{(\beta_\nu - \delta_\iota)}}{1 + e^{(\beta_\nu - \delta_\iota)}} \qquad (1)$$

Dersom en persons mål øker relativt til utsagnets mål vil det være større sannsynlighet for at eleven sier seg enig i et utsagn. På samme måte vil sannsynligheten minke dersom personens mål avtar relativt til utsagnets mål (Wright & Stone, 1979).

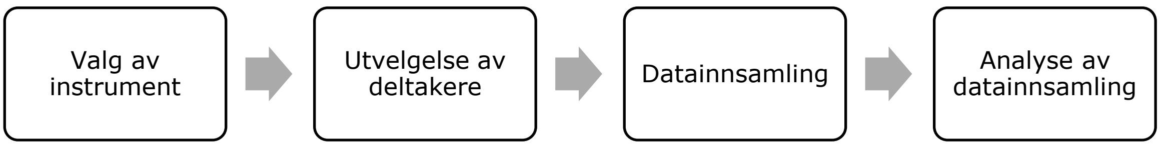
3.2.1.1 RSM-modellen

En «Rating Scale Model» (RSM) er en utvidet versjon av Rasch-modellen som tillater flere enn to svarkategorier. RSM uttrykker sannsynligheten for at en person med et bestemt personmål velger en bestemt svarkategori til et utsagn med et bestemt mål (Bond & fox, 2001, s. 203-204). Hvert utsagn må ha like mange svarkategorier (Bond & Fox, 2001, s. 88). Ettersom jeg brukte et måleinstrument med flere enn to svaralternativer, valgte jeg å bruke RSM.

Mellom svarkategoriene er det «thresholds». Bond & Fox (2001, s. 234) beskrev *thresholds* (skjæringspunkt) som: «The level at which the likelihood of failure to agree with or endorse a given response category (below the threshold) turns to the likelihood of agreeing with or endorsing the category (above the threshold)». I skjæringspunktet mellom to svarkategorier er det like sannsynlig at en person velger den ene som den andre svarkategorien.

4 Metode

For at det skal være mulig å replikere studien, og for at arbeidet skal være så gjennomsiktig som mulig, vil jeg i dette kapittelet beskrive metoden jeg har brukt for å besvare problemformuleringene mine. Jeg vil først presentere forskningsmetoden jeg har brukt. Deretter vil jeg beskrive valg av instrument, prosessen ved datainnsamling og metoden jeg brukte for å analysere datamaterialet. Avslutningsvis vil jeg trekke frem etiske betraktninger som har blitt tatt hensyn til i arbeidet med oppgaven. Figur 4 viser en oversikt over arbeidsprosessen.



Figur 4: Arbeidsprosessen

4.1 Forskningsmetode

Gjennom denne studien ønsker jeg som nevnt å besvare følgende problemformuleringer: (1) Hva er de psykometriske egenskapene til et instrument som måler matematisk identitet i videregående skole? og (2) Hva er graden av invarians mellom matematisk identitet i ungdomsskolen og i videregående skole, og hvilken praktisk betydning har graden av invarians for sammenligningen av matematisk identitet mellom kontekstene? For å besvare problemformuleringene var det nødvendig å samle inn data fra mange elever, slik at det var mulig å si noe generelt om matematisk identitet i kontekstene.

Det er styrker og svakheter med enhver metode. Postholm & Jacobsen (2018, s. 100) påpekte at en pragmatisk tilnærming tar som utgangspunkt at kvantitative og kvalitative metoder er like viktige i samfunnsvitenskapelige undersøkelser. Det er derimot knyttet ulike styrker og svakheter til forskningsmetodene, og de er hensiktsmessige etter ulike formål. Av pragmatiske årsaker valgte jeg å benytte en kvantitativ metode.

Rienecker & Jørgensen (2013, s. 168) beskrev at kvantitativ empiri er det som kan erfares i tall, mengde- og størrelsesforhold. Informasjon om virkeligheten formidles ved hjelp av tall, og gir komprimert informasjon om en kompleks verden. Kvantifiserbare data gjør det mulig å formulere problemer på generaliserende måte, og åpner for at man kan konkludere generelt. Kvantitative studier har egenskapen til å belyse, men ikke til å forklare *hvorfor* noe er som det er.

4.2 Valg av instrument

Jeg brukte et eksisterende måleinstrument utformet som et spørreskjema for å samle data til studien. Instrumentet ble konstruert og validert av Kaspersen (2015) ved hjelp av RSM (Wolfe & Smith, 2007a; Wolfe & Smith, 2007b), og ble opprinnelig laget for å undersøke dybdelæring i matematikk. Instrumentet har senere blitt brukt for å måle matematisk identitet i høyere utdanning (Kaspersen et al., 2017a) og i ungdomsskolen (Ytterhaug, 2019), og har vist seg å være hensiktsmessig for å måle matematisk identitet slik begrepet er operasjonalisert i denne studien. Jeg antok dermed at instrumentet ville være formålstjenlig for å besvare mine problemformuleringer.

Instrumentet til Kaspersen (2015) er i stor grad opplyst av teori, og består av de 20 første utsagnene i Tabell 1. Utsagnene ble konstruert ved hjelp av tre kilder: eksisterende teori, personer med forventet kunnskap om karakteristikkene og andre eksisterende instrumenter. I tillegg valgte jeg å legge til et ekstra utsagn: «Matematikk er nyttig i hverdagen/arbeidslivet» (dvs., Utsagn 21 i Tabell 1). En av årsakene var for å illustrere at det ikke kun er de 20 opprinnelige utsagnene som egner seg for å måle matematisk identitet. I tillegg ville flere egnede utsagn være hensiktsmessig for å dekke et større område av skalaen som personene måles relativt til. Jeg antok at mange ville si seg enig i Utsagn 21 fordi de fleste bruker matematikk i hverdagen.

Nr.	Utsagn
1	Jeg tar initiativ til å lære mer om et matematisk emne enn skole/jobb legger opp til.
2	Når jeg lærer en ny metode, bruker jeg tid på å se om jeg kan finne en bedre metode.
3	Når jeg en ny metode, prøver jeg å finne situasjoner hvor denne ikke virker.
4	Jeg har problemer med å legge fra meg matematiske oppgaver.
5	Dersom jeg har glemt en formel/metode, prøver jeg å utlede den selv.
6	Jeg blir engasjert når noen starter en matematisk diskusjon.
7	Når jeg lærer noe nytt, stiller jeg meg selv egne spørsmål som jeg jobber med.
8	Matematiske ideer jeg leser eller hører om setter meg på sporet av egne tankerekker.
9	Når jeg lærer en ny matematiske metode, liker jeg å bli fortalt nøyaktig hva jeg skal gjøre.
10	Hvis jeg prøver på en metode som ikke fører frem, bruker jeg tid på å finne ut hvorfor denne ikke virker.
11	Når jeg lærer en ny metode/algoritme, prøver jeg å finne ut hvorfor den virker.
12	Når jeg kommer over et matematisk bevis/forklaring, studerer jeg det til det gir mening.
13	Når jeg møter et matematisk problem, tenker jeg over om det finnes flere måter å løse oppgaven på.
14	Når jeg jobber med et matematisk problem, hopper jeg mellom ulike strategier.
15	Når jeg lærer noe nytt, fører det til at det er flere ting jeg ønsker å finne ut.
16	Når jeg jobber med en oppgave, stopper jeg opp underveis og reflekterer over hva jeg gjør.
17	Hvis jeg står fast, prøver jeg å visualisere problemet.
18	Jeg kan forklare hvorfor løsningen min er rett.
19	Jeg prøver å koble det jeg lærer opp mot det jeg vet fra før.
20	Jeg fortsetter å prøve meg frem selv om jeg ikke får det til med en gang.
21	Matematikk er nyttig i hverdagen/arbeidslivet.

Tabell 1: Utsagnene fra spørreskjemaet

Prosjektet jeg er en del av ble gjennomført i en gruppe på tre personer, og alle tok utgangspunkt i måleinstrument til Kaspersen (2015). Vi valgte å beholde utsagnene slik de opprinnelig var formulert, blant annet for at man lettere skal kunne sammenligne datamaterialer i fremtiden. Vi beholdt også utformingen av svarkategoriene slik de var formulert i instrumentet (Kaspersen, 2015).

Strukturerte og lukkede utsagn er nyttige ettersom de kan generere frekvenser av svar som er mottakelige for statistisk behandling og analyse (Cohen, Manion & Morrison, 2018, s. 476). Det er meningen at utsagnene skal bety omtrent det samme for alle som besvarer et spørreskjema (Wolfe & Smith, 2007b, s. 209-210), og jeg antok på forhånd at det var tilfelle for mine respondenter. Noen av metodene for validering (f.eks., Infit Mnsq), som jeg senere vil beskrive, gir indikasjoner på om denne antakelsen var fornuftig.

Wolfe & Smith (2007a, s. 107) beskrev at «The scoring model entails how one chooses to translate qualitatively different observed responses about the objects of measurement into numerical codes». Skåringsmodellen til spørreskjemaet jeg brukte består av fire kvalitativt forskjellige svarkategorier: (1) aldri/nesten aldri, (2) noen ganger, (3) ofte og (4) alltid/nesten alltid. I tillegg hadde jeg en svarkategori «vet ikke» som tilsvarte manglende data. Sistnevnte svarkategori ble tildelt personene som selv valgte den, til personene som krysset av på flere svarkategorier for samme utsagn eller som krysset mellom to svarkategorier, og til de som ikke valgte en svarkategori i det hele tatt. Figur 5 viser skåringsmodellen jeg brukte.

	Aldri/ nesten aldri	Noen ganger	Ofte	Alltid/ nesten alltid	Vet ikke
1. Jeg har problemer med å legge fra meg matematiske oppgaver.					

Figur 5: Utsagn 1 fra spørreskjema A

Skaleringsmodellen i denne studien er en graderingsskala, og mer spesifikt en Likert skala. Hver svarkategori er en ordinal størrelse. Det vil si at svarkategoriene er gjensidig utelukkende og kan rangeres. Valget av de numeriske kodene gitt til svarkategoriene, 1-4, er vilkårlige, men er rangert slik at et høyere tall representerer «mer» av begrepet som måles (Wolfe & Smith, 2007a, s. 108). Svarkategori 1 kan regnes som den laveste svarkategorien og svarkategori 4 kan regnes som den høyeste svarkategorien.

4.3 Datainnsamling

4.3.1 Utvelgelse av deltakere til studien

Datamaterialet mitt består av besvarelser fra 623 videregående elever. Spørreundersøkelsen ble gjennomført ved 10 forskjellige videregående skoler i fylkene Rogaland, Trøndelag, Viken, Agder og Vestland. Besvarelsene er samlet inn fra 12 forskjellige utdanningsprogram, hvor syv er yrkesfaglige linjer, fire er studieforberedende linjer og én er påbygging til generell studiekompetanse (PA). Fra yrkesfaglige utdanningsprogram har jeg besvarelser fra bygg -og anleggsteknikk (BY), elektrofag (EL), teknikk og industriell produksjon (TI), service og samferdsel (SE), helse- og sosialfag (HE), medier og kommunikasjon (MY) og design og håndverk (DE). Fra studieforberedende utdanningsprogram har jeg besvarelser fra kunst, design og arkitektur (KD), idrett (ID), medier og kommunikasjon (MS) og studiespesialisering (ST). Jeg valgte å slå sammen linjene «studiespesialisering med toppidrett» og «idrettsfag» til en gruppe, idrett, ettersom begge linjene er studieforberedende linjer med idrett. En gruppering av deltakerne gjøres rede for i Tabell 2.

Som nevnt innledningsvis får elever i videregående skole større valgfrihet til å velge mellom ulike fag i matematikk, og det er kvalitative forskjeller mellom fagkunnskapen som skal læres i de ulike fagene. Respondentene i denne studien hadde enten yrkesfaglig matematikk (Y), praktisk matematikk (P), teoretisk matematikk (T), samfunnsfaglig matematikk (S) eller realfaglig matematikk (R). Fagene har egne læreplaner, og fagkunnskapen er presentert gjennom kompetansemål (f.eks., Utdanningsdirektoratet, 2006a; Utdanningsdirektoratet 2006c; Utdanningsdirektoratet, 2006d).

Elevene som går på yrkesfaglige linjer har kun matematikk på VG1, og kan velge mellom praktisk- og teoretisk yrkesfaglig matematikk (Utdanningsdirektoratet, 2006a). Jeg valgte å slå sammen begge fagene til én gruppe: Y-matematikk. Dersom elevene senere ønsker å ta påbygging til generell studiekompetanse, trenger elevene faget «2P-Y» (Utdanningsdirektoratet, 2006b). Jeg valgte å slå sammen faget 2P-Y med Y-matematikk.

Elevene som går på studieforberedende linjer, kan på VG1 velge mellom 1P og 1T (Utdanningsdirektoratet, 2006a). På VG2 velger elevene å ha matematikk som fellesfag (dvs., matematikk 2P) eller programfag (dvs., matematikk S1/R1). På VG3 velger elevene som har matematikk som programfag mellom S2 og R2 («Valg av matematikk», u.å.). Jeg valgte å slå sammen fagene P1 og P2 til å være P-matematikk, S1 og S2 til å være S-matematikk og fagene R1 og R2 til å være R-matematikk.

For å få tak i deltakerne til studien sendte jeg e-post til forskjellige skoler, og kom i kontakt med rektorer og lærere som ønsket å bidra til prosjektet. Det var valgfritt for elevene å delta. I utgangspunktet ønsket jeg å innhente minimum 50 besvarelser fra hver linje, men det lot seg ikke gjennomføre på alle utdanningsprogrammene. Jeg har likevel tatt med besvarelsene fra alle linjene for å danne et størst mulig helhetlig bilde av yrkesfaglige -og studieforberedende utdanningsprogram.

	BY	DE	EL	HE	ID	KD	MS	MY	PA	SE	ST	TI	Sum
Antall besvarelser	45	2	59	52	78	65	22	17	40	54	137	52	623
Jenter/ Gutter	2/43	2/0	9/50	46/6	30/48	57/8	10/12	12/5	20/20	29/25	76/61	11/41	304/319
Matematikk-fag	Y:45	Y:2	Y:59	Y:52	P:76 S:2	Y:1 P:52 T:4 S:6 R:2	P:19 T:3	Y:17	Y:39 R:1	Y:54	P:58 T:36 S:2 R:41	Y:52	Y:321 P:205 T:43 S:10 R:44

Tabell 2: Gruppering av respondentene i studien

Jeg har også brukt deler av et datamateriale samlet inn av Ytterhaug (2019) på en ungdomsskole i Trøndelag. Datamaterialet jeg brukte fra hans datainnsamling gjelder Utsagnene 1-20 i Tabell 1. Ytterhaug (2019) valgte å omformulere utsagnene i sin studie, slik at utsagnene skulle være bedre tilpasset ungdomsskoleelever. For eksempel erstattet han Utsagn 1 fra «Jeg tar initiativ til å lære mer om et matematisk emne enn skole/jobb legger opp til» til «Jeg gjør mer matematikk enn det som forventes på skolen». Han endret også svarkategoriene til å være: (1) aldri, (2) noen ganger, (3) ofte og (4) alltid. Han hadde også en svarkategori «vet ikke».

4.3.2 Gjennomføring av datainnsamling

På grunn av stor geografisk spredning i datamaterialet hadde jeg ikke anledning til å være til stede på alle skolene under gjennomføringen av datainnsamlingen. I de tilfellene hvor jeg ikke møtte opp, gjennomførte lærerne ved skolene innsamlingen på mine vegne. Lærerne fikk tilsendt spørreskjemaene med informasjonsskriv og samtykkeskjema (vedlegg 1-4).

Elevene fikk spørreskjemaene utdelt på ark. Det ble ikke samlet inn personopplysninger, men elevene skulle oppgi opplysninger om kjønn, linje, trinn og hvilket matematikk-fag de tok. Elevene som ikke hadde matematikk (f.eks., VG2 elever ved yrkesfaglige linjer), skulle oppgi det siste matematikk-faget de hadde hatt. Der jeg var til stede brukte elevene omkring 15 minutter på å besvare spørreskjemaet. Jeg lagde fire forskjellige skjemaer (A, B, C og D) for å unngå at elevene kopierte hverandres svar. De fire skjemaene inneholdt de samme utsagnene, men rekkefølgen var ulik.

Ettersom det ikke ble samlet inn personopplysninger om elevene, ble datamaterialet i etterkant sendt til meg i posten. Jeg overførte resultatene til Excel for å redusere det numeriske datamaterialet til en form som var passende for analyse. Elevene ble kodet på følgende måte: LLKNNNTTTSF. LL betyr linje, K betyr kjønn, NNN betyr elevnummer, TTT betyr trinn, S betyr spørreundersøkelse (dvs., A, B, C eller D) og F betyr matematikk-fag. For eksempel betyr elevkoden «BYJ007VG1AY» en jente fra bygg- og anleggsteknikk VG1. Eleven har elevnummer syv, har svart på spørreskjema A og har yrkesfaglig matematikk (Y) som fag. Dataene ble deretter eksportert til Winsteps for analyse. Winsteps er en programvare for Rasch-analyse (Linacre, 2020a).

4.4 Metode for analyse

I dette underkapittelet vil jeg beskrive metoden jeg brukte for å analysere datamaterialet. Jeg vil først presentere rammeverket jeg har forholdt meg til for å sikre forskningens kvalitet. Deretter vil jeg gjøre rede for hvilke analyser jeg gjorde for å besvare problemformuleringene. Til slutt vil jeg kort beskrive programvaren «Winsteps» hvor analysene ble gjennomført.

For å sikre forskningens kvalitet har jeg forholdt meg til rammeverket til Wolfe & Smith (2007a; 2007b). Rammeverket består av åtte aspekter for validitet: innholdsaspektet, det substansielle aspektet, det strukturelle aspektet, generaliserbarhetsaspektet, det eksterne aspektet, responsaspektet, konsekvensaspektet og tolkbarhetsaspektet (min oversettelse, Wolfe & Smith, 2007a, s. 99-100). Validitet blir i rammeverket betraktet som et enhetlig begrep, og de ulike aspektene bidrar til å styrke forskningens kvalitet. Rammeverket er en kolleksjon av mulige analyser man kan gjøre for å sikre validitet (Wolfe & Smith, 2007a; Wolfe & Smith, 2007b).

For å besvare den første problemformuleringen validerte jeg instrumentet jeg brukte for å måle matematisk identitet i videregående skole. Rammeverket til Wolfe & Smith (2007a; 2007b) er omfattende, og jeg gjennomførte de analysene jeg anså som mest relevante for å undersøke de psykometriske egenskapene til instrumentet. Jeg vil beskrive hva alle aspektene innebærer. I tillegg vil jeg beskrive hva jeg gjorde rent konkret for å sikre innholdsaspektet, det substansielle aspektet, det strukturelle aspektet, generaliserbarhetsaspektet, det eksterne aspektet og responsaspektet. I underkapittel 4.4.9 vil jeg beskrive hva jeg gjorde for å besvare den andre problemformuleringen.

4.4.1 Innholdsaspektet

Innholdsaspektet handler om innholdet til utsagnene: den tekniske kvaliteten, relevansen og representativiteten til utsagnene (Wolfe & Smith, 2007b). For å validere innholdsaspektet analyserte jeg utsagn-mål korrelasjonene (item-measure correlations), Infit- og Outfit Mnsq (inlier- og outlier-sensitive mean-square statistic) for utsagnene og ICC (item characteristics curves).

Utsagn-mål korrelasjonene indikerer korrelasjonene mellom skåren til en person på et spesifikt utsagn og gjennomsnittsmålet til personen (dvs., personens matematiske identitet) basert på de resterende utsagnene. Det vil si at man undersøker om personers respons er konsistent med deres personmål. Man kan sammenligne forventet og faktisk korrelasjon, og korrelasjonene er robuste mot manglende data (Wolfe & Smith, 2007b, s. 206).

Utsagn-mål korrelasjonene bør være positive, og vil i mitt tilfelle bety at elever med høy matematisk identitet skårer høyere på utsagnene enn hva personer med lav matematisk identitet gjør. Dersom verdien til en korrelasjon er nær 0 vil det kunne indikere at et utsagn er alt for lett eller alt for vanskelig å si seg enig i, eller at utsagnet ikke måler matematisk identitet på samme måte som de andre utsagnene (Wolfe & Smith, 2007b). Wolfe & Smith foreslår å «flagge» utsagn-mål korrelasjoner som er lavere enn 0,4 (Wolfe & Smith, 2007b, s. 206). Å «flagge» et utsagn eller en person betyr at verdiene er lavere eller høyere enn anbefalt, og at man bør undersøke utsagnet eller personen grundigere.

Infit- og Outfit Mnsq baserer seg på kvadrerte forskjeller mellom det man observerer og det som er forventet (Bond & Fox, 2001). En analyse av utsagnenes Infit- og Outfit Mnsq innebærer at man undersøker om responsen til utsagnene er som predikert av Rasch-modellen eller ikke.

Når man beregner Outfit Mnsq for et utsagn finner man først de standardiserte residualene til et utsagn for alle personene i et utvalg. Det standardiserte residualet til en respons (2) er differansen mellom observert og forventet respons, dividert med standardavviket til den observerte responsen. Når en person*, n*, responderer på et utsagn, *i*, er det standardiserte residualet til responsen definert til å være:

$$Z_{ni} = \frac{x_{ni} - E(x_{ni})}{Var(x_{ni})^{1/2}} \qquad (2)$$

hvor:
x_{ni} = observert respons,
$E(x_{ni})$ = forventet respons og
$Var(x_{ni})$ = variansen (Linacre, 2012a; Wright & Stone, 1979).

For å beregne Outfit Mnsq kvadreres de standardiserte residualene til alle personene, før de summeres og divideres på antall respondenter. Outfit Mnsq (3) er definert til å være:

$$Outfit\ Mnsq = \frac{\sum_n z_{ni}^2}{N}$$

$$= \frac{1}{N} \sum n \frac{(x_{ni} - E(x_{ni}))^2}{Var(x_{ni})} \qquad (3)$$

hvor N= antallet respondenter (Linacre, 2012a). Differansen mellom observert og forventet respons vil bli mindre når en person responderer som forventet, og større når en person responderer uforventet. Det vil si at personer som svarer uforventet har stor betydning for Outfit Mnsq (Bond & Fox, 2001, s 175-176).

Utregningen av Infit Mnsq bygger på samme prinsipper som utregningen av Outfit Mnsq, men hvert residual (z_{ni}) vektes av variansen og summeres etterpå (Bond & Fox, 2001, s. 176). Infit Mnsq (4) er definert til å være:

$$Infit\ Mnsq = \frac{\sum(n)z_{ni}^2 w_{ni}}{\sum(n)w_{ni}} \qquad (4)$$

hvor W_{ni} = variansen til en person *n* sin respons til et utsagn *i* (Linacre, 2012a). «Dividing that total by the sum of the variances produces the same distribution as outfit, but leaves the differential effects of the weighting in place» (Bond & Fox, 2001, s. 176). Infit Mnsq er dermed relativt ufølsom mot uforventet respons (Linacre, 2012a), og legger mer vekt på responsen til personer som er lokalisert nærmere utsagnenes vanskelighetsgrad på skalaen. Infit Mnsq gir sensitiv innsikt i utsagnets opptreden (Bond & Fox, 2001, s. 43).

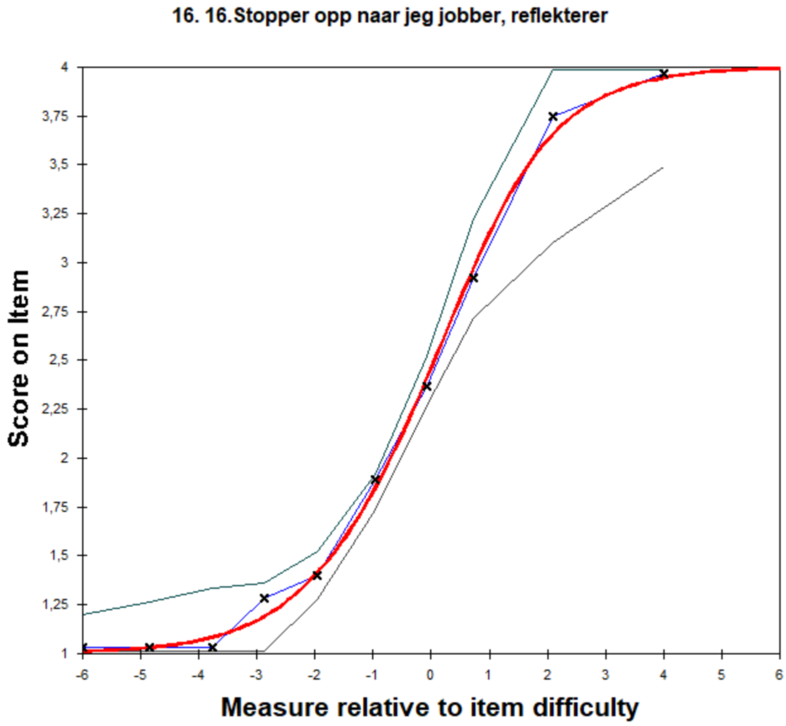
Bond & Fox (2001, s. 179) har foreslått at Infit- og Outfit Mnsq for utsagn bør være mellom 0,7 og 1,3. Utsagn som har høyere verdier bør undersøkes. For høye verdier er vanligvis mer problematisk enn for lave verdier (Linacre, 2012a), og avvikende Infit Mnsq forårsaker vanligvis større bekymringer enn avvikende Outfit Mnsq (Bond & Fox, 2001, s. 43). Tabell 3 illustrerer betydningen av ulike verdier for Infit- og Outfit Mnsq for utsagn.

Infit- og Outfit Mnsq for utsagn	Betydning
= 1	Utsagnene passer perfekt til Rasch-modellens forventninger. Målingene er nøyaktige (Linacre, 2012a).
>1	Tyder på mer variasjon i elevenes svar enn forventet (Bond & Fox, 2001, s. 176-177; Linacre, 2012a).
<1	Tyder på mindre variasjon i elevenes svar enn forventet (Bond & Fox, 2001, s. 176-177; Linacre, 2012a).

Tabell 3: Betydningen av ulike verdier for Infit- og Outfit Mnsq for utsagn

ICC illustrerer hvor godt de empiriske responsene til utsagnene samsvarer med de forventede responsene. Figur 6 demonstrerer et eksempel på en ICC (Utsagn 16 i datamaterialet fra videregående skole) hvor den empiriske responsen til utsagnet i stor grad samsvarer med den forventede responsen. Y-aksen viser skåren til utsagnet fra 1 til 4 (dvs., fra «aldri/nesten aldri» til «alltid/nesten alltid»), og x-aksen viser personenes mål relativt til utsagnets vanskelighetsgrad.

Den røde grafen er ICC slik den er forventet av Rasch-modellen. Den forventede kurven illustrerer, basert på Rasch-modellens predikasjoner, hva personer med ulike mål er forventet å skåre på et utsagn. Kurven har samme form for alle utsagnene, men flyttes horisontalt avhengig av vanskelighetsgraden til et utsagn. Den blå grafen med x-er er den empiriske ICC. Hver x er den gjennomsnittlige responsen til personer med mål som ligger nært målet til x-ene på x-aksen. De grå linjene er tosidige kontroll-linjer, og er konfidensintervallet (Linacre, 2012a, s. 18). Konfidensintervallet krever at 95% av målte utsagn eller personer passer til modellen (Bond & Fox, 2001, s. 232). Jeg brukte i hovedsak 1 logit som intervall i analysen av ICC.



Figur 6: ICC til Utsagn 16

4.4.2 Det substansielle aspektet

Det substansielle aspektet handler om hvordan skåringsstrukturen kan relateres til begrepet som måles (Wolfe & Smith, 2007b). For å validere det substansielle aspektet undersøkte jeg Infit- og Outfit Mnsq for personer, og gjennomførte en analyse av graderingsskalaen (Rating Scale Analysis).

Infit- og Outfit Mnsq for personer beskriver i hvilken grad en persons respons til utsagnene samsvarer med Rasch-modellens forventninger (Wolfe & Smith, 2007b, s. 211). Utregningen av Infit- og Outfit Mnsq for personer tar høyde for kvadrerte forskjeller mellom en persons observerte og forventede respons til alle utsagnene. Wolfe & Smith (2007b, s. 212) har foreslått en øvre grense på 2,0 for å flagge Infit- og Outfit Mnsq for personer. Respons som ikke samsvarer med Rasch-modellens forventninger kan for eksempel skyldes gjetting, partiskhet (dvs., bias) eller likegyldighet ved avkryssing (Wolfe & Smith, 2007b).

Dersom personene har for høye Infit- og/eller Outfit Mnsq kan man undersøke om det har noe å si for målene til utsagnene at personene likevel er en del av datamaterialet. Man kan sammenligne målene til utsagnene med og uten personene med misfit (dvs., for høy Infit- og/eller Outfit Mnsq) i et spredningsplott (scatter plot). Dersom personene med misfit ikke påvirker målene til utsagnene, er det mulig å beholde alle personene.

Jeg gjennomførte en analyse av graderingsskalaen til instrumentet. En essensiell og innledende retningslinje for graderingsskalaer er ifølge Linacre (refert i Wolfe & Smith, 2007b, s. 209) at utsagnene orienteres i samme retning (dvs., at alle utsagn-mål korrelasjonene er positive). I tillegg presenterte Linacre (2002) åtte retningslinjer for å finne bevis for velfungerende graderingsskalaer. Wolfe & Smith (2007b, s. 209-210) anser de fire første retningslinjene som mest relevante for å sikre blant annet målingsstabilitet, målenøyaktighet og en presis beskrivelse av utvalget.

For det første bør hver svarkategori ha minimum 10 observasjoner for å sikre presisjonen til de relevante svarkategoriene. For det andre skal svarkategoriene brukes på konvensjonelle måter. Svarkategoriene skal måle det de er ment til å måle, og skal tolkes relativt likt av personene i et utvalg. Kurven til hver svarkategori skal være jevn med én topp (klokkeformet kurve), og hver svarkategori skal være den mest sannsynlige svarkategorien på et visst tidspunkt. Den tredje retningslinjen handler om å vise at graderingsskalaen er brukt konsistent på tvers av utsagnene. Det vil si at gjennomsnittsmålet til personene bør, for hver svarkategori, øke med verdiene til de rangerte svarkategoriene. Den fjerde retningslinjen beskriver at Outfit Mnsq for svarkategoriene bør være lavere enn 2,0 for å støtte oppfatningen om at responsen til hver svarkategori er i samsvar med forventningene til Rasch-modellen (Linacre, 2002; Wolfe & Smith, 2007b).

Når man skiller mellom fire svarkategorier anbefales det å ha en avstand på minimum 1,1 logits mellom hver svarkategori. Dersom det er for liten avstand mellom svarkategoriene kan det være vanskelig å skille mellom dem (Wolfe & Smith, 2007b).

4.4.3 Det strukturelle aspektet

Det strukturelle aspektet handler om strukturen til instrumentet, og validiteten vurderes etter antall dimensjoner undersøkelsen måler. For å sikre validiteten til det strukturelle aspektet gjennomførte jeg en PCA (principal component analysis). En PCA brukes for å undersøke om instrumentet måler én dimensjon eller om instrumentet er flerdimensjonalt (Wolfe & Smith, 2007, s. 213). I en PCA vil et sett med utsagn reduseres til et mindre antall av underliggende faktorer som skal representere flest mulig utsagn. Hensikten er å finne utsagn som måler det samme, og skille ut utsagnene som måler noe annet. Denne prosessen oppdager strukturer og likheter mellom utsagnene, og man undersøker korrelasjonen mellom utsagnene. Utsagnene vil flokke seg sammen dersom det er sterk korrelasjon mellom dem (Cohen et al., 2018, s. 818-838). En egenverdi over 2,0 indikerer at instrumentet måler mer enn én dimensjon (Linacre, 2012b).

4.4.4 Generaliserbarhetsaspektet

Generaliserbarhetsaspektet handler om i hvilken grad mål opprettholder mening på tvers av ulike kontekster. For eksempel kan man validere om instrumentet er kontekstavhengig på tvers av undergrupper i datamaterialet (Wolfe & Smith, 2007b). For å sikre bevis for generaliserbarhetsaspektet har jeg undersøkt reliabiliteten til instrumentet og gjennomført DIF-analyser.

Når man undersøker reliabiliteten til et instrument, sjekker man instrumentets pålitelighet. I kvantitative studier beregnes reliabiliteten i hovedsak på to måter: del-i-to teknikken eller Cronbachs alfa (5). I begge metodene måler man reliabilitet mellom 0 og 1, hvor en reliabilitet på 1 tilsvarer 100% reliabilitet. Reliabiliteten viser sammenhengen mellom utsagnene i en spørreundersøkelse, og man måler den indre holdbarheten til et instrument (Cohen et al., 2018, s. 774). α-koeffisienten (dvs., Cronbachs alfa) er definert til å være:

$$\alpha = \frac{nr}{1+(n-1)r} \qquad (5)$$

der *n* er antallet utsagn i et instrument og *r* er gjennomsnittet av alle korrelasjonene mellom utsagnene (dvs., inter-item correlations). Reliabilitet større enn 0,9 regnes som veldig høy, reliabilitet mellom 0,8 og 0,9 regnes som høy, reliabilitet mellom 0,7 og 0,79 regnes som pålitelig og en reliabilitet mindre enn 0,60 regnes som uakseptabel. Reliabiliteten påvirkes for eksempel dersom utsagnene ikke måler det tiltenkte begrepet (Cohen et al., 2018, s. 774).

En DIF-analyse gir informasjon om invarians, og om det er kontekstuelle forskjeller mellom undergrupper i et datamateriale. DIF-analysene undersøker om det er signifikante forskjeller knyttet til utsagnene mellom undergruppene i et utvalg, når alt holdes stabilt utenom én faktor. Da jeg analyserte datamaterialet mitt fra videregående skole, analyserte jeg DIF med hensyn på kjønn, utdanningsprogram (dvs., yrkesfaglige utdanningsprogram, studieforberedende utdanningsprogram og påbygg) og matematikkfag. En DIF-analyse kan gjøre rede for om det er ulik sannsynlighet for at undergruppene gir en bestemt respons til et utsagn (Wolfe & Smith, 2007b, s. 216). Utsagnene i et spørreskjema skal ikke være fordelaktige for en gruppe over en annen, og instrumentet skal være invariant på tvers av grupper (Thurstone, 1959).

Winsteps kalibrerer mål for utsagnene for hver gruppe. Dersom DIF-contrast er høyere enn 0,64 (Linacre, 2020b, s. 440-441) og *p*-verdien (Rasch-Welch probability) er lavere enn 0,05 (Cohen et al., 2018, s. 740) bør utsagnene flagges. DIF-contrast gjør rede for forskjellen i vanskegrad mellom grupper for å si seg enig i et utsagn (Linacre, 2020b, s. 440) og *p*-verdien forteller om forskjellene er signifikante (Cohen et al., 2018, s. 740).

Dersom det oppdages DIF mellom to grupper, kan man undersøke om forskjellene har en praktisk betydning ved å sammenligne mål i et spredningsplott. Man kan sammenligne om det har noe å si for målene til personene i en av gruppene om man bruker den sosiale matematiske identiteten til den ene eller andre gruppen for å måle matematisk identitet. Dersom alle personene er innenfor konfidensintervallet har forskjellene ingen praktisk betydning (Linacre, 2012b).

4.4.5 Det eksterne aspektet

Det eksterne aspektet handler om i hvilken grad måling kan relateres til ekstern måling. «Specifically, the external aspect of validity concerns the degree to which measures are related to external measures of the same constructs, similar constructs, and other constructs» (Wolfe & Smith, 2007a, s. 220). For å støtte det eksterne aspektet dokumenterte jeg forventede forskjeller mellom grupper. I tillegg sammenlignet jeg resultatene fra min studie med Ytterhaug (2019) sin studie.

På forhånd hadde jeg en hypotese om at elever fra studieforberedende utdanningsprogram i gjennomsnitt ville ha høyere personmål enn elever fra yrkesfaglige utdanningsprogram. Hypotesen baserer seg for det første på valget av instrument. Instrumentet til Kaspersen (2015) ble konstruert ved hjelp av teori og personer som kunne knyttes til akademia, og har dermed en akademisk utforming. For det andre tok jeg høyde for holdninger i samfunnet. Det er forventninger om at elever med høyt karaktersnitt skal gå på studieforberedende utdanningsprogram (Fjeldavli, 2018; Nordhagen, 2018). Til tross for at det ikke er påvist en tydelig sammenheng mellom karakterer i matematikk og matematisk identitet (Kaspersen, 2017b), kan det tenkes at det er en sammenheng. For det tredje vil det være hensiktsmessig for elever som ønsker å studere realfag senere i livet å velge matematikk som programfag i videregående skole, og matematikk som programfag tilbys først og fremst på studieforberedende utdanningsprogrammer («Valg av matematikk», u.å.). Dersom hypotesen stemmer, betyr det derimot ikke at studieforberedende linjer nødvendigvis har bedre karakterer eller mer kompetanse enn elever ved yrkesfaglige linjer. Jeg undersøkte hvilken rekkefølge utdanningsprogrammene plasserte seg i basert på gjennomsnittsmål.

4.4.6 Responsaspektet

Responsaspektet handler om evnen et instrument har til å oppdage endring i personmål, i etterkant av en intervensjon som man antar har effekt på begrepet som måles. Det vil være lite hensiktsmessig å sammenligne mål på tvers av kontekster dersom instrumentet ikke er valid med hensyn på responsaspektet. Kapasiteten et instrument har til å oppdage endring av personmål er direkte relatert til fordelingen av utsagn på en skala. For å validere responsaspektet undersøkte jeg derfor hvordan personene og utsagnene posisjonerte seg i forhold til hverandre. Jeg undersøkte om utsagnene tilhørende instrumentet var dekkende for å måle personene i utvalget av personer, og vurderte om fremtidige utvalg av personer kunne måles med samme instrument (Wolfe & Smith, 2007b, s. 222-224).

4.4.7 Konsekvensaspektet

Konsekvensaspektet handler om instrumentets nytteverdi for andre. Wolfe & Smith (2007b, s. 224) beskrev at «The consequential aspect of validity focuses on the value implications of score interpretation as a source for action». For å validere konsekvensaspektet kan man for eksempel undersøke potensielle og faktiske konsekvenser knyttet til bruken av funnene fra studien, eller undersøke kilder av ugyldighet knyttet til utsagnene, som bias (Wolfe & Smith, 2007b).

4.4.8 Tolkbarhetsaspektet

Tolkbarhetsaspektet handler om i hvor stor grad meningen til målene i en studie er tydelig kommunisert til dem som ønsker å tolke eller forklare målene, og i hvilken grad kvalitative meninger kan trekkes ut fra resultatene. For å sikre validitet kan man for eksempel anskaffe en referanseramme. Det innebærer at man reskalerer målingen på en kvalitativt meningsfull måte (Wolfe & Smith, 2007a; Wolfe & Smith, 2007b).

4.4.9 En sammenligning av matematisk identitet i to kontekster

For å besvare den andre problemformuleringen validerte jeg først Ytterhaug (2019) sitt datamateriale (dvs., Utsagnene 1-20 i Tabell 1). Ytterhaug rapporterte ikke resultatene fra alle utsagnene i sin studie, og jeg valgte derfor å validere instrumentet hans på samme måte som mitt eget datamateriale. Deretter slo jeg sammen datamaterialene våre tilknyttet Utsagnene 1-20 i Tabell 1, og gjennomførte en DIF-analyse med hensyn på kontekst. Det gjorde jeg for å undersøke graden av invarians mellom matematisk identitet i ungdomsskolen og i videregående skole. Til slutt undersøkte jeg hvilken praktisk betydning graden av invarians hadde for sammenligningen av matematisk identitet mellom kontekstene. Jeg undersøkte om det hadde noe å si om ungdomsskoleelevene ble målt med V-instrumentet (dvs., den sosiale matematiske identiteten til videregående elevene) eller U-instrumentet (dvs., den sosiale matematiske identiteten til ungdomsskoleelevene).

4.4.10 Winsteps

For å gi mening til det numeriske datamaterialet brukte jeg programvaren Winsteps (Linacre, 2020a). Bruk av statistiske analyser gjør det enklere å håndtere store mengder informasjon, og man kan studere fenomener nøye og med stor presisjon (Postholm & Jacobsen, 2018). Winsteps konstruerer Rasch målinger fra rektangulære datasett, og tar høyde for flere svaralternativer enn to (Bond & Fox, 2011, s. 212). Analysene jeg gjennomførte ble automatiserte i Winsteps, og jeg gjorde ingen beregninger for hånd.

4.5 Etiske betraktninger

Jeg har forholdt meg til forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi (Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora [NESH], 2016), og vil beskrive hvilke hensyn som spesielt ble ivaretatt i løpet av arbeidet med oppgaven. Jeg laget en datahåndteringsplan i tråd med NSD sin mal før jeg samlet inn data. Ettersom jeg ikke skulle behandle personopplysninger eller sensitiv informasjon, var det ikke nødvendig å melde prosjektet til NSD. Til tross for at jeg ikke hentet inn personopplysninger, skulle elevene gi aktivt samtykke for å delta i studien. Ettersom alle elevene i videregående skole er over 15 år, kunne de samtykke selv (NESH, 2016). Besvarelser uten samtykke ble fjernet.

Jeg valgte å samle inn datamaterialet på papir for å unngå personidentifisering gjennom IP-adresser. Elevene fikk et skriv med informasjon om studien og deres rettigheter (vedlegg 1-4). De ble blant annet informert om formålet med studien, hva elevenes deltakelse ville innebære, at det var frivillig og anonymt å delta, og at elevene i ettertid kunne trekke seg uten grunn. Ingen ga i etterkant beskjed om at de ønsket å bli fjernet fra studien. I tillegg ble elevene informert om at datamaterialet ville bli lagret i NTNU sine databaser for gjenbruk dersom de samtykket til dette.

Instrumentet jeg brukte besto av ferdigformulerte utsagn og svarkategorier. Det medførte at ingen ble diskriminert på bakgrunn av hvordan de formulerte seg. Svarkategoriene jeg brukte var fokuserte, og kan ha gjort det enklere for personene å gi konkrete svar. På den andre siden vil svarene kunne være begrensende, ettersom de er forhåndsbestemte. Elevene fikk ikke muligheten til å kommentere, forklare eller legge til informasjon. I tillegg er det fare for at de lukkede svarkategoriene medførte mindre gjennomtenkte svar (Cohen et al., 2018, s. 476).

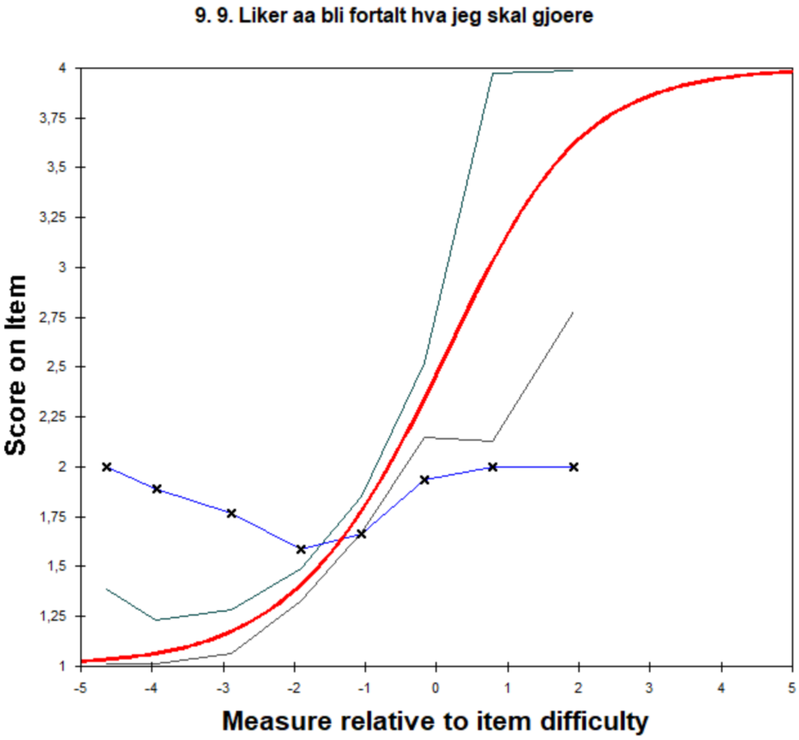
5 Resultat

I dette kapittelet vil jeg besvare problemformuleringene som ble beskrevet innledningsvis. Først vil jeg svare på den første problemformuleringen ved å gjøre rede for de psykometriske egenskapene til instrumentet jeg brukte for å måle matematisk identitet i videregående skole. Videre vil jeg svare på den andre problemformuleringen i to steg. Jeg vil starte med å gjøre rede for de psykometriske egenskapene til instrumentet som ble brukt for å måle matematisk identitet i ungdomsskolen (Ytterhaug, 2019). Deretter vil jeg beskrive graden av invarians mellom matematisk identitet i ungdomsskolen og i videregående skole, og demonstrere hvilken praktisk betydning graden av invarians har for sammenligningen av matematisk identitet på tvers av kontekstene. Avslutningsvis vil jeg oppsummere funnene.

5.1 De psykometriske egenskapene til instrumentet brukt i VGS

For å undersøke om man kan måle matematisk identitet i videregående skole validerte jeg instrumentet ved hjelp av rammeverket til Wolfe & Smith (2007a; 2007b). Aspektene for validitet som jeg undersøkte var innholdsaspektet, det substansielle aspektet, det strukturelle aspektet, generaliserbarhetsaspektet, det eksterne aspektet og responsaspektet. Før jeg gjør rede for de psykometriske egenskapene til instrumentet, vil jeg beskrive hvilke utsagn og personer som ble fjernet fra datamaterialet.

Utsagn 9 viste utilfredsstillende psykometriske kvaliteter. Utsagnet er det eneste som er negativt formulert (dvs., at utsagnet er formulert i motsatt retning fra de andre utsagnene på skalaen), noe som i utgangspunktet ikke er anbefalt (Wolfe & Smith, 2007a, s. 116). Å være uenig i et negativt formulert utsagn er ikke nødvendigvis det samme som å være enig i et positivt formulert utsagn. Elevenes respons til Utsagn 9 avvek fra Rasch-modellen. Utsagn-mål korrelasjonen var r = 0,06, Infit Mnsq var 1,77 og Outfit Mnsq var 2,74. Ettersom utsagn-mål korrelasjonen var tilnærmet null, ble den empiriske ICC relativt flat. ICC til Utsagn 9 er illustrert i Figur 7. Av de mest uforventede responsene til utsagnene gjaldt 54% av tilfellene Utsagn 9. På bakgrunn av disse opplysningene valgte jeg å fjerne Utsagn 9 fra datamaterialet. Da jeg fjernet Utsagn 9, økte reliabiliteten fra 0,85 til 0,87. Ingen personer ble fjernet fra datamaterialet. Videre vil alle resultatene beskrives uten Utsagn 9.



Figur 7: ICC til Utsagn 9

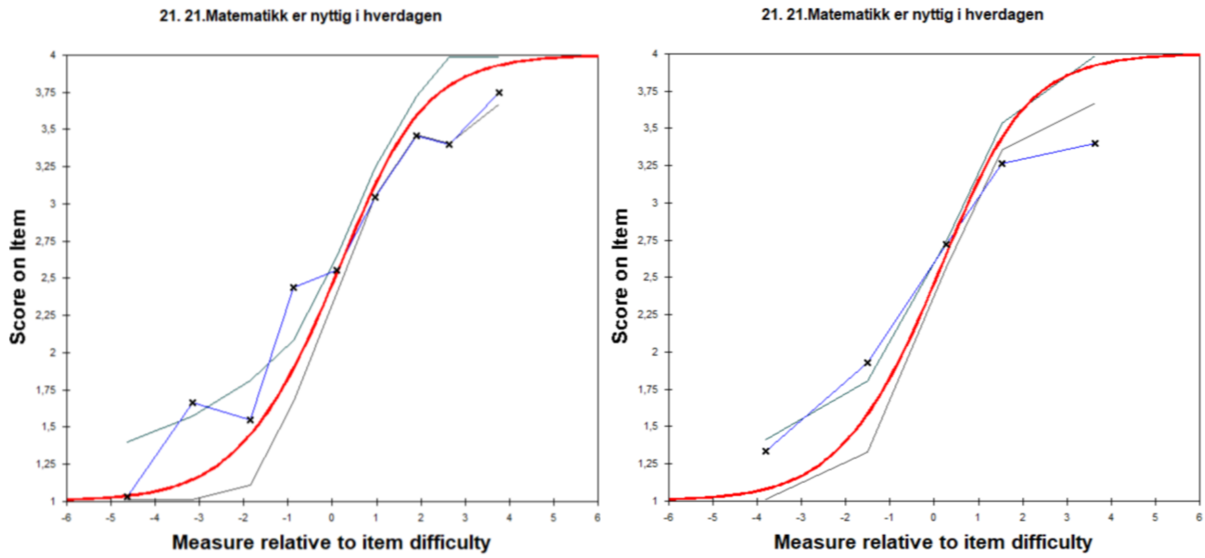
5.1.1 Innholdsaspektet

Jeg undersøkte innholdsaspektet ved å analysere utsagn-mål korrelasjonene, Infit- og Outfit Mnsq og ICC. Resultatene er presentert i Tabell 4. Utsagn 21 var utsagnet med lavest utsagn-mål korrelasjon: *r* = 0,43. Det vil si at alle utsagnene hadde utsagn-mål korrelasjoner over den kritiske grensen på 0,4 (Wolfe & Smith, 2007b, s. 206).

Utsagn nr.	Infit Mnsq	Outfit Mnsq	Utsagn-mål korrelasjon
21	1,23	1,31	0,43
1	1,14	1,22	0,50
4	1,21	1,20	0,49
3	1,20	1,11	0,47
6	1,20	1,12	0,55
10	1,12	1,09	0,54
2	1,08	1,08	0,49
12	1,07	1,06	0,59
5	1,01	1,06	0,50
7	1,04	1,04	0,56
11	1,03	1,01	0,62
13	0,99	0,96	0,58
18	0,90	0,96	0,50
16	0,94	0,92	0,54
17	0,93	0,91	0,58
20	0,89	0,91	0,59
14	0,88	0,88	0,52
19	0,86	0,85	0,61
15	0,80	0,79	0,63
8	0,78	0,75	0,63

Tabell 4: Infit- og Outfit Mnsq og utsagn-mål korrelasjonene for utsagnene

I Tabell 4 er utsagnet med høyest Infit- og Outfit Mnsq øverst, og utsagnet med lavest Infit- og Outfit Mnsq er nederst. Det var kun ett utsagn, Utsagn 21, som ble flagget med hensyn på misfit. Utsagn 21 hadde Outfit Mnsq på 1,31, og kan tyde på uforventet respons til utsaget (Bond & Fox, 2001). Jeg undersøkte den empiriske ICC til utsagnet, og kurven fulgte den forventede kurven i stor grad. Det var avvik fra konfidensintervallet kun i et par punkter. Da jeg endret intervall fra 1 til 2 logits (dvs., at flere personer ble komprimert til hvert kryss) ble den empiriske kurven jevnere, med færre utstikkere. Likevel kan man observere at utsagnet underdiskriminerer noe både med 1 logit og 2 logits som intervall. Personene med lavest matematisk identitet valgte litt høyere svarkategorier enn forventet, og personene med høyest matematisk identitet valgte litt lavere svarkategorier enn forventet. Figur 8 viser endringen i intervall fra 1 til 2 logits. Da jeg fjernet Utsagn 21 fra datamaterialet, sank reliabiliteten fra 0,87 til 0,86. På bakgrunn av opplysningene valgte jeg å beholde Utsagn 21.



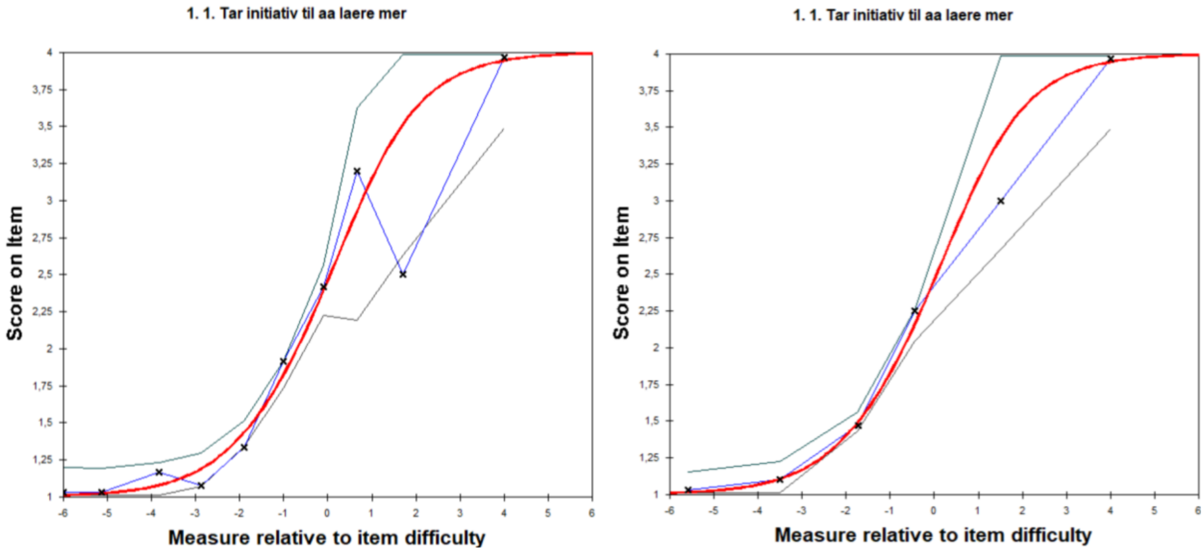
Figur 8: ICC til Utsagn 21 med 1 logit (venstre) og 2 logits (høyre) som intervall

De øvrige utsagnene hadde Infit- og Outfit Mnsq mellom 0,7 og 1,3. Det tyder på at det verken var for mye støy eller for mye forutsigbarhet knyttet til elevenes respons til utsagnene, og at utsagnene ble tolket relativt likt av de fleste elevene (Bond & Fox, 2001; Linacre, 2012a).

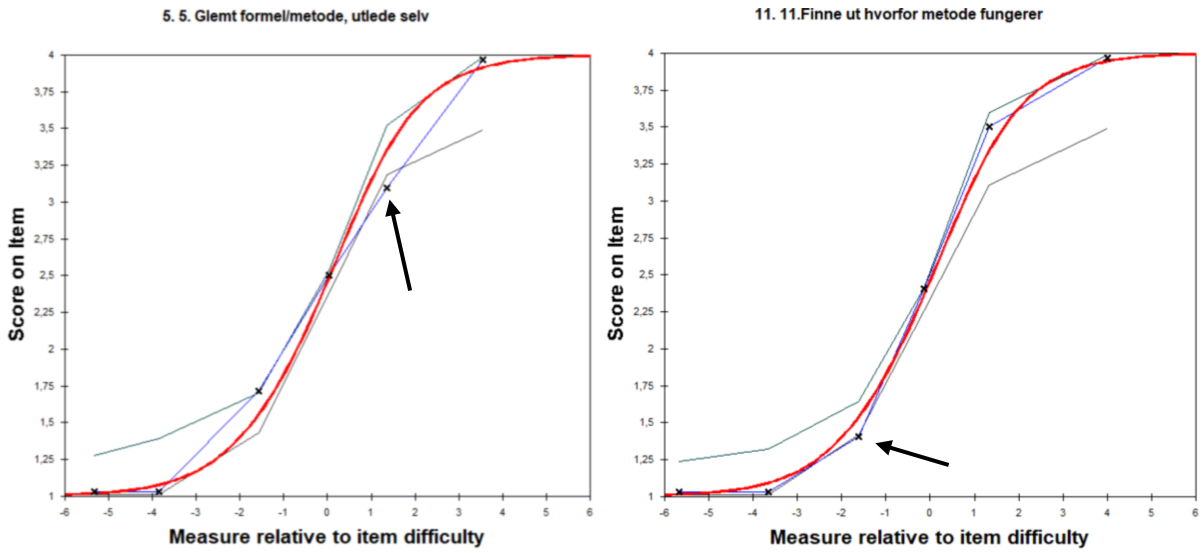
Videre undersøkte jeg ICC til Utsagnene 1-8 og 10-20. De empiriske kurvene fulgte den forventede kurven i stor grad. Det var derimot noen utsagn som hadde avvik og falt utenfor konfidensintervallet i noen punkter. I de fleste tilfellene avvek utsagnene med ett kryss, og det er sannsynlig at noen få personer forårsaket avvikene (Bond & Fox, 2001). Totalt ni utsagn hadde avvik: 1, 2, 5, 6, 8, 11, 12, 14 og 18.

Utsagn 1 var et av utsagnene som avvek mest. Da jeg brukte 2 logits som intervall, plasserte den empiriske kurven seg innenfor konfidensintervallet. Endringen er demonstrert i Figur 9.

Da jeg brukte 2 logits som intervall for de øvrige utsagnene med avvik, observerte jeg små avvik fra konfidensintervallet for Utsagnene 5, 14 og 18, minimale avvik fra konfidensintervallet for Utsagnene 6 og 11, og ingen avvik for Utsagnene 2, 8 og 12. Figur 10 illustrerer Utsagn 5 (venstre) og Utsagn 11 (høyre) med 2 logits som intervall. Pilene peker på utsagnenes avvik fra konfidensintervallet.



Figur 9: ICC til Utsagn 1 med 1 logit (venstre) og 2 logits (høyre) som intervall

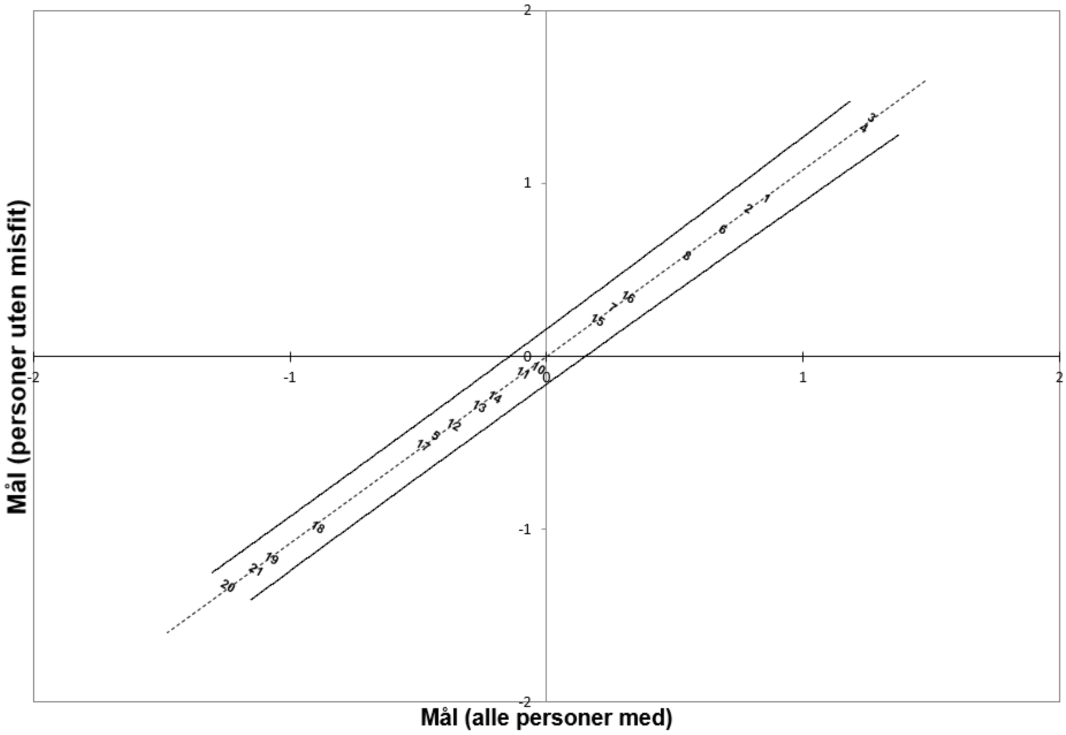


Figur 10: ICC til Utsagnene 5 (venstre) og 11 (høyre) med 2 logits som intervall

De empiriske ICC til alle utsagnene viste at responsene la seg tett inntil Rasch-modellens forventning, og jeg vurderte utsagnene som uproblematiske med hensyn på ICC.

5.1.2 Det substansielle aspektet

Jeg analyserte personenes Infit og- Outfit Mnsq. Det var 27 personer som hadde over 2 i Infit- og/eller Outfit Mnsq. Jeg fjernet først de 27 personene fra datamaterialet, og Outfit Mnsq for Utsagn 21 sank fra 1,31 til 1,29. Da jeg sammenlignet målene til utsagnene med og uten personene med misfit, viste det seg at det ikke hadde noen praktisk betydning om personene var med eller ikke. Figur 11 viser at alle utsagnene falt innenfor et 95% konfidensintervall, til tross for at alle personene i datamaterialet var med. Korrelasjonskoeffisienten var *r* = 0,999. Målene til utsagnene ble dermed påvirket i liten grad av personene med misfit, og jeg valgte å beholde alle personene. Konfidensintervallet i Figur 11 er markert av de to mørkeste kurvene.



Figur 11: En sammenligning av utsagnenes mål med og uten personene med misfit

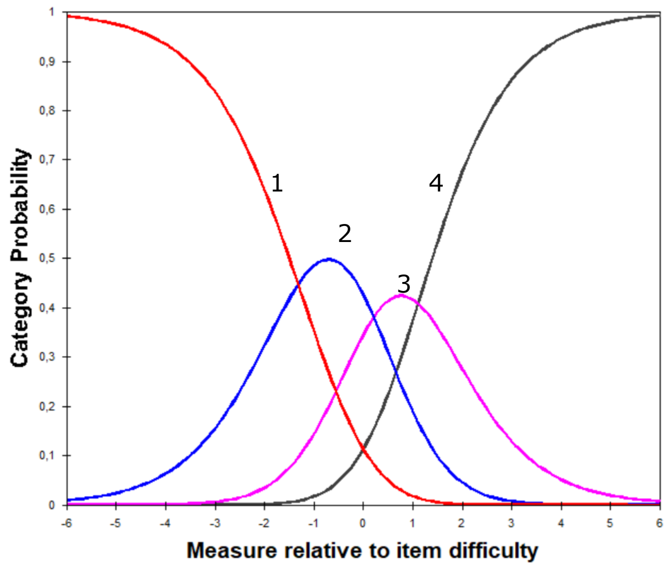
Jeg analyserte videre graderingsskalaen, og tok høyde for de fire første retningslinjene til Linacre (2002). Resultatene er gjort rede for i Tabell 5 og i Figurene 12 og 13.

Category label	Score	Observed count	%	Obsvd avrge	Sample expect	Infit Mnsq	Outfit Mnsq	Andrich threshold	Category measure
1	1	3249	27	−1,58	−1,51	0,92	0,94	NONE	(−2,56)
2	2	4301	36	−0,53	−0,60	1,02	0,95	−1,32	−0,70
3	3	2798	24	0,17	0,15	0,96	1,00	0,21	0,77
4	4	1543	13	0,77	0,86	1,13	1,17	1,11	(2,44)
MISSING		549	4	−0,61					

Tabell 5: Strukturen til svarkategoriene

Under «Observed count» i Tabell 5 gjøres det rede for at hver svarkategori hadde minst 10 observasjoner, og sikrer presisjonen til hver svarkategori (Linacre, 2002).

Infit- og Outfit Mnsq for svarkategoriene var mellom 0,7 og 1,3. Det er derfor sannsynlig at svarkategoriene ble tolket relativt likt av personene i utvalget (Bond & Fox, 2001). Sannsynlighetskurvene til svarkategoriene er illustrert i Figur 12. Kurven til hver svarkategori var jevn og entoppet, og viser at hver svarkategori var det mest sannsynlige alternativet på et tidspunkt (Linacre, 2002). Svarkategoriene ble dermed brukt på en konvensjonell måte (Wolfe & Smith, 2007b).



Figur 12: Sannsynlighetskurvene til svarkategoriene

Under «Observed average» i Tabell 5 presenteres gjennomsnittsmålet til respondentene for hver svarkategori. Gjennomsnittsmålet økte, for hver svarkategori, med verdiene til de rangerte svarkategoriene. Det impliserer at graderingsskalaen ble brukt konsistent på tvers av utsagnene, og at den matematiske identiteten øker når personene identifiserer seg i større grad med utsagnene (Wolfe & Smith, 2007b). Figur 13 demonstrerer rekkefølgen svarkategoriene la seg i basert på observert gjennomsnittsmål for alle elevene. Svarkategorien som ble valgt var konsistent med personens mål for alle utsagnene. I gjennomsnitt valgte elevene med lavest personmål svarkategori 1 og elevene med høyest personmål valgte svarkategori 4. Det betyr at når et personmål øker, så øker også sannsynligheten for at personen velger en høyere svarkategori.

```
Observed Average Measures for Elev (scored) (illustrated by an Observed Category)
-5   -4    -3    -2    -1     0     1     2     3     4
|-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----|  NUM   Utsagn
|                        1   2 3     4                |    3   3. Finne situasjoner hvor metode ikke fungerer
|                        1   2  3 4                   |    4   4. Problem aa legge fra seg matematiske oppgaver
|                                                     |
|                       1    2 3 4                    |    1   1. Tar initiativ til aa laere mer
|                       1    2 3  4                   |    2   2. Finne en bedre metode
|                       1    2 3  4                   |    6   6. Engasjert av matematisk samtale
|                                                     |
|                      1    2   3    4                 |    8   8. Matematiske ideer setter i gang egne tankerekker
|                                                     |
|                      1   2  3   4                    |   16   16.Stopper opp naar jeg jobber, reflekterer
|                      1    2 3   4                   |    7   7. Stiller egne spoersmaal til arbeid
|                     1    2   3   4                  |   15   15.Laere noe nytt, vil finne ut mer
|                                                     |
|                     1    2 3   4                     |   10   10.Finne ut hvorfor metode ikke fungerer
|                     1    2  3   4                   |   11   11.Finne ut hvorfor metode fungerer
|                     1   2  3   4                    |   14   14.Hopper mellom ulike strategier
|                     1   2   3 4                     |   13   13.Leter etter flere maater aa loese oppgaver
|                     1   2   3 4                     |   12   12.Studerer bevis til det gir mening
|                    1    2  3  4                     |    5   5. Glemt formel/metode, utlede selv
|                    1    2  3  4                     |   17   17.Visualiserer problemet naar jeg staar fast
|                                                     |
|                  1     2  3  4                       |   18   18.Kan forklare hvorfor loesningen er rett
|                                                     |
|                  1    2   3   4                      |   19   19.Kobler sammen ny og gammel kunnskap
|                   1    2 3  4                        |   21   21.Matematikk er nyttig i hverdagen
|                1      2   3  4                      |   20   20.Proever selv om jeg ikke faar det til
|-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----|  NUM   Utsagn
-5   -4    -3    -2    -1     0     1     2     3     4
```

Figur 13: Rekkefølgen til svarkategoriene for utsagnene basert på elevenes gjennomsnittsmål

Outfit Mnsq for svarkategoriene var, som beskrevet i Tabell 5, lavere enn 2,0. Det betyr at responsen til hver svarkategori var i samsvar med forventningene til RSM-modellen (Linacre, 2002).

Under «Andrich threshold» i Tabell 5 gjøres det rede for avstanden mellom svarkategoriene, og Figur 12 illustrer avstanden visuelt. Mellom svarkategoriene 2 og 3 var det en avstand på 1,53 logits, og mellom svarkategoriene 3 og 4 var det en avstand på 0,9 logits. Det var altså ikke lik avstand mellom svarkategoriene. I tillegg var avstanden mellom svarkategoriene 3 og 4 mindre enn 1,1 logits, og var dermed mindre enn anbefalt (Wolfe & Smith, 2007b). For å øke presisjonen til svarkategoriene kunne intervallet til svarkategori 3 vært større.

5.1.3 Det strukturelle aspektet

I den første kontrasten var det en uforklart varians på 1,94 (egenverdi). Egenverdien var under den kritiske grensen på 2,0, og betyr at instrumentet kan betraktes som tilstrekkelig endimensjonalt (Linacre, 2012b). Egenverdien forteller at det eksisterer en underdimensjon som tilsvarer styrken til 1,94 utsagn. Underdimensjonen har noe annet til felles enn hva instrumentet har som intensjon å måle.

5.1.4 Generaliserbarhetsaspektet

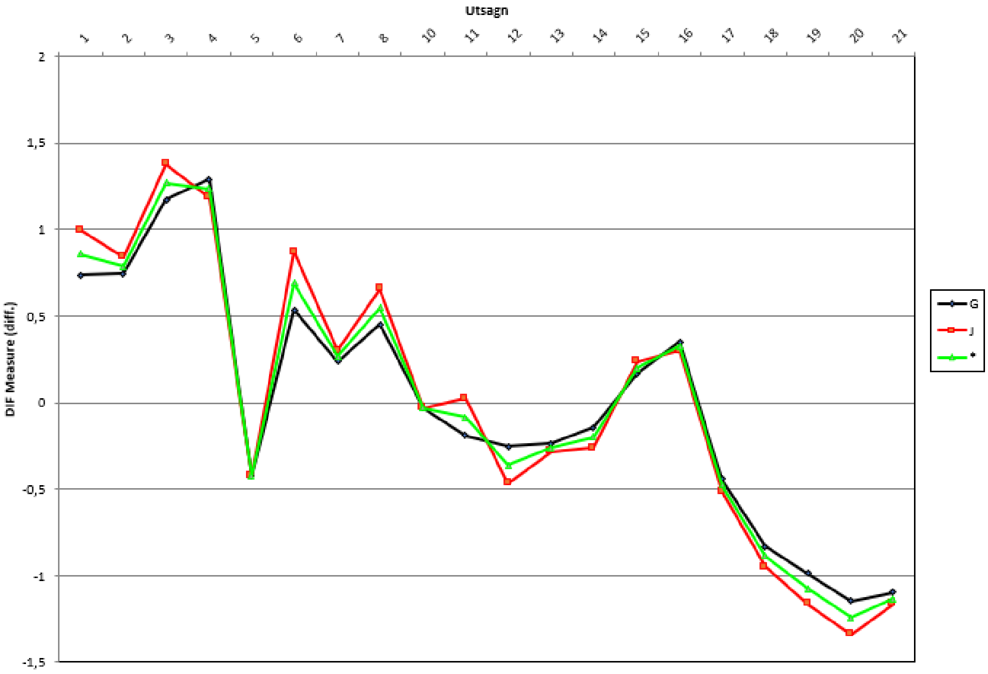
Reliabilitetskoeffisienten var 0,87 og gjøres rede for i Figur 14. En reliabilitetskoeffisient på 0,87 regnes som høy, og tyder på god indre konsistens (Cohen et al., 2018, s. 774). Måleinstrumentet kan dermed regnes som pålitelig, og kan blant annet skyldes at utsagnene har stor bredde i vanskegrad (f.eks., Figur 18). I tillegg var det mange elever som deltok i studien. Det vil si at målene til både utsagnene og personene ble kalibrert basert på en stor mengde data.

```
-------------------------------------------------------------------------------
| Elev     623 INPUT      622 MEASURED                INFIT          OUTFIT    |
|          TOTAL      COUNT      MEASURE  REALSE      IMNSQ   ZSTD  OMNSQ   ZSTD|
| MEAN      42.5       19.1         -.49     .35       1.01    -.1   1.02     .0|
| P.SD      10.3        1.5         1.00     .12        .44    1.4    .49    1.3|
| REAL RMSE    .37 TRUE SD     .93  SEPARATION  2.55  Elev  RELIABILITY   .87|
|-------------------------------------------------------------------------------|
| Utsagn      21 INPUT       20 MEASURED                INFIT          OUTFIT    |
|          TOTAL      COUNT      MEASURE  REALSE      IMNSQ   ZSTD  OMNSQ   ZSTD|
| MEAN    1320.8      594.5          .00     .06       1.01     .1   1.01     .0|
| P.SD     256.7       13.6          .74     .01        .14    2.4    .14    2.3|
| REAL RMSE    .06 TRUE SD     .74  SEPARATION 12.63  Utsagn RELIABILITY   .99|
-------------------------------------------------------------------------------
```

Figur 14: Reliabilitetskoeffisienten på 0,87

Jeg undersøkte om det var signifikante forskjeller mellom grupper i datamaterialet. Det ble gjennomført DIF-analyser med hensyn på kjønn, utdanningsprogram og matematikkfag.

Det var ingen signifikante forskjeller med hensyn på kjønn. Det vil si at utsagnene ble oppfattet som omtrent like i vanskelighetsgrad for guttene og jentene i utvalget. Figur 15 illustrerer DIF-analysen visuelt. Den grønne grafen (dvs., grafen markert med *) viser gjennomsnittsmålene til utsagnene når alle personene var med i analysen. Den røde grafen viser gjennomsnittsmålene til utsagnene når kun jentene var med i analysen, og den svarte grafen viser gjennomsnittsmålene til utsagnene når kun guttene var med i analysen.



Figur 15: DIF-analyse med hensyn på kjønn

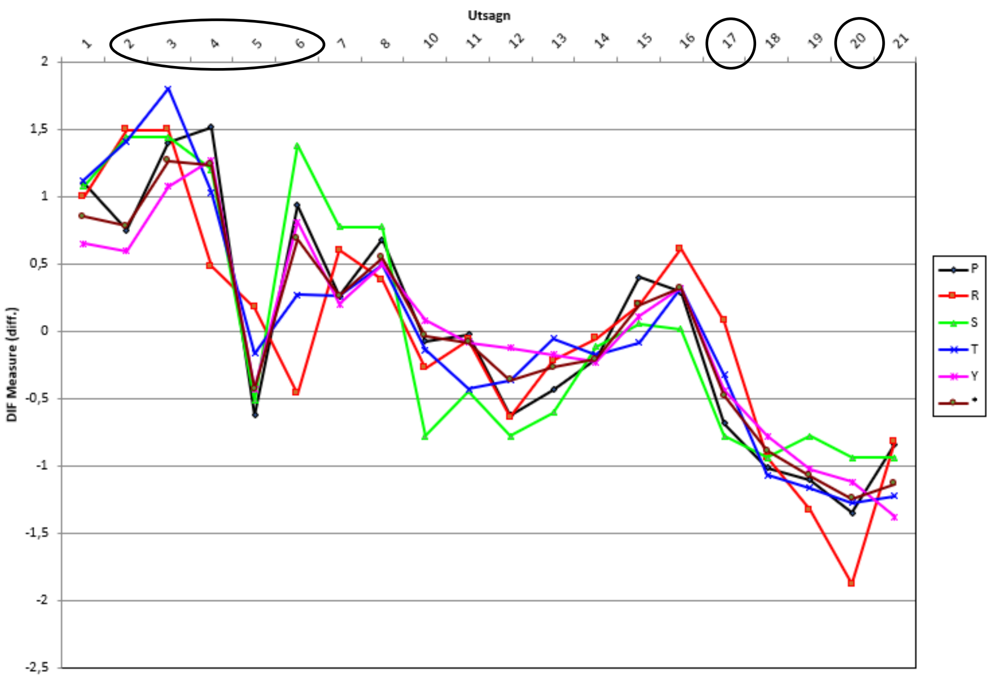
Videre undersøkte jeg om det var signifikante forskjeller mellom utdanningsprogrammene elevene gikk på. Først undersøkte jeg påbygg og yrkesfaglige utdanningsprogram mot studieforberedende utdanningsprogram, og deretter yrkesfaglige utdanningsprogram mot studieforberedende utdanningsprogram og påbygg. Det ble ikke avdekket signifikant DIF i noen av tilfellene. Dernest undersøkte jeg om det var signifikant DIF mellom yrkesfaglige utdanningsprogram, studieforberedende utdanningsprogram og påbygg, og det ble avdekket én signifikant forskjell. Det var relativt vanskeligere for elevene fra påbygg å si seg enig i Utsagn 2 enn for elevene fra yrkesfag (p= 0,0167, DIF-contrast var 0,67 logits).

Til slutt undersøkte jeg DIF med hensyn på hvilket matematikkfag elevene hadde. Det ble avdekket flere signifikante forskjeller mellom gruppene, og resultatene presenteres i Tabell 6. Det var vanskeligst for gruppen som står oppnevnt først under «sammenligning» å si seg enig i et utsagn.

Sammenligning	DIF-kontrast	*p*-verdi	Utsagn
Y mot R	0,79	0,00	4
Y mot R	1,27	0,00	6
Y mot R	0,75	0,00	20
P mot R	1,03	0,00	4
P mot R	1,40	0,00	6
P mot T	0,66	0,00	6
S mot R	1,85	0,00	6
R mot P	0,74	0,00	2
R mot Y	0,90	0,00	2
R mot P	0,80	0,00	5
R mot P	0,76	0,00	17
T mot P	0,66	0,01	2
T mot Y	0,82	0,00	2
T mot Y	0,72	0,01	3
T mor R	0,73	0,00	6

Tabell 6: Signifikante forskjeller med hensyn på matematikk-fag

Figur 16 illustrerer de signifikante forskjellene visuelt. Den rød-brune grafen markert med * viser gjennomsnittsmålene til utsagnene når alle personene var med i analysen. De andre grafene viser gjennomsnittsmålene til utsagnene når kun ett fag var med i analysen: svart (P-matematikk), rød (R-matematikk), grønn (S-matematikk), blå (T-matematikk) og rosa (Y-matematikk).



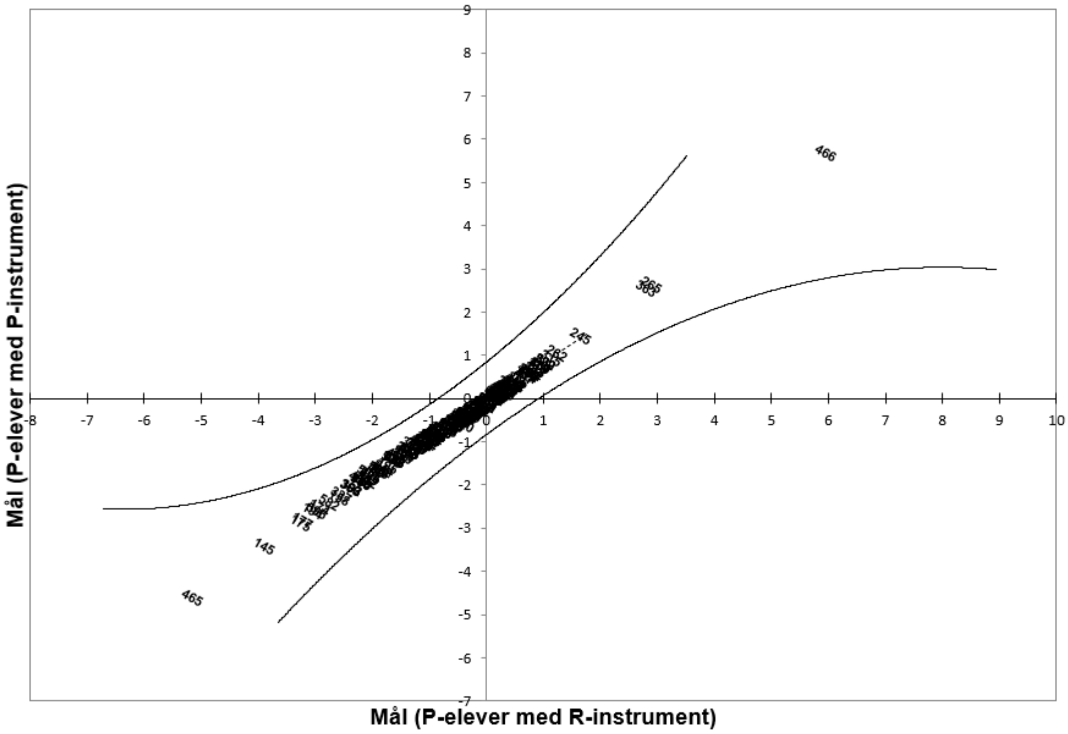
Figur 16: DIF-analyse med hensyn på matematikk-fag

Utsagnet med flest signifikante forskjeller var Utsagn 6 (dvs., «Jeg blir engasjert når noen starter en matematisk diskusjon»). Det var relativt lettere for gruppen elever med R-matematikk å si seg enig i utsagnet enn for de andre gruppene. Det var også relativt lettere for gruppen elever med T-matematikk å si seg enig i utsagnet enn for gruppen elever med P-matematikk. En mulig forklaring kan være at elever som velger teoretisk matematikk og realfagsmatematikk har en større interesse for matematikk, og at de derfor blir lettere engasjerte av matematiske diskusjoner.

Det var fire signifikante forskjeller knyttet til Utsagn 2 (dvs., «Når jeg lærer en ny metode, bruker jeg tid på å se om jeg kan finne en bedre metode»). Det var relativt vanskeligere for gruppen med R-matematikk og T-matematikk å si seg enig i Utsagn 2 enn for gruppene elever med P-matematikk og Y-matematikk. Y- og P-matematikk bygger stort sett videre på fagkunnskaper som elevene er kjent med fra før. Det er mulig at det var relativt vanskeligere for elevene med T- og R-matematikk å si seg enig i utsagnet fordi fagene innebærer ny og mer teoretisk kunnskap (Utdanningsdirektoratet, 2006a; Utdanningsdirektoratet; 2006d).

Ettersom det var flest signifikante forskjeller mellom elevene som har R- og P-matematikk, undersøkte jeg om forskjellene mellom de to gruppene hadde en praktisk betydning. Jeg undersøkte om det hadde noe å si om jeg brukte P-instrumentet (dvs., den sosiale matematiske identiteten til elevene med P-matematikk) eller R-instrumentet (dvs., den sosiale matematiske identiteten til elevene med R-matematikk) for å måle elevgruppen som hadde P-matematikk. Analysen viste at det ikke hadde en praktisk betydning hvilket instrument elevgruppen ble målt med. Figur 17 illustrerer at alle personene var innenfor et 95% konfidensintervall. Korrelasjonskoeffisienten var *r* =

0,998. Ettersom det ikke hadde en praktisk betydning for elevgruppene med flest signifikante forskjeller mellom seg, antok jeg at jeg ville få samme resultater for de andre elevgruppene.



Figur 17: P-elever målt med P-instrumentet og R-instrumentet

5.1.5 Det eksterne aspektet

For å sikre det eksterne aspektet undersøkte jeg forventede forskjeller mellom utdanningsprogrammene innad i datamaterialet. Jeg hadde på forhånd en hypotese om at studieforberedende linjer i gjennomsnitt ville ha høyere personmål enn yrkesfaglige linjer. Basert på elevenes besvarelser ble hypotesen bekreftet. I Tabell 7 under «Mean measure» presenteres gjennomsnittsmålene til utdanningsprogrammene. De studieforberedende utdanningsprogrammene (kodet som ST i Tabell 7) hadde høyest gjennomsnittsmål, og de yrkesfaglige utdanningsprogrammene (kodet som BY i Tabell 7) hadde lavest gjennomsnittsmål. Ettersom påbyggselever tidligere har gått på yrkesfaglige linjer, slo jeg deretter sammen gruppene med påbyggselever og yrkesfagelever. Gjennomsnittsmålet til BY steg fra −0,60 til −0,58. Likevel hadde de studieforberedende utdanningsprogrammene høyere gjennomsnittlig mål (dvs., −0,39).

Elev Count	Mean Measure	S.E Mean	Median	Model Separation	Model Reliability	Code
622	−0,49	0,04	−0,44	2,76	0,88	**
280	−0,60	0,06	−0,52	2,83	0,89	BY
40	−0,49	0,13	−0,65	2,46	0,86	PA
302	−0,39	0,06	−0,36	2,68	0,88	ST

Tabell 7: Gjennomsnittsmålet til alle elevene (**), de yrkesfaglige linjene (BY), påbygg (PA) og de studieforberedende linjene (ST)

En variansanalyse (ANOVA) viste at det var en signifikant forskjell i målene for matematisk identitet mellom elevgruppene (p = 0,0419). Post-hoc testen viste at de studieforberedende utdanningsprogrammene i gjennomsnitt hadde en signifikant høyere matematisk identitet enn de yrkesfaglige utdanningsprogrammene (p = 0,013). Forskjellene mellom de yrkesfaglige utdanningsprogrammene og påbygg (p = 0,466), og mellom påbygg og de studieforberedende utdanningsprogrammene (p = 0,487), var ikke signifikante.

Til tross for at gjennomsnittsmålene tilsa at elever på yrkesfaglige utdanningsprogram hadde lavere matematisk identitet enn elever på studieforberedende utdanningsprogram, hadde flere av de yrkesfaglige linjene høyere gjennomsnittsmål enn studieforberedende linjer. I Tabell 8 er gjennomsnittsmålet til alle linjene presentert. ** representerer alle elevene. Jeg valgte å se bort ifra linjene DE, MY og MS ettersom gruppene består av få personer. For eksempel hadde elevgruppen fra bygg- og anleggsteknikk (BY) høyest matematisk identitet i gjennomsnitt etter elevgruppen fra studiespesialisering (ST).

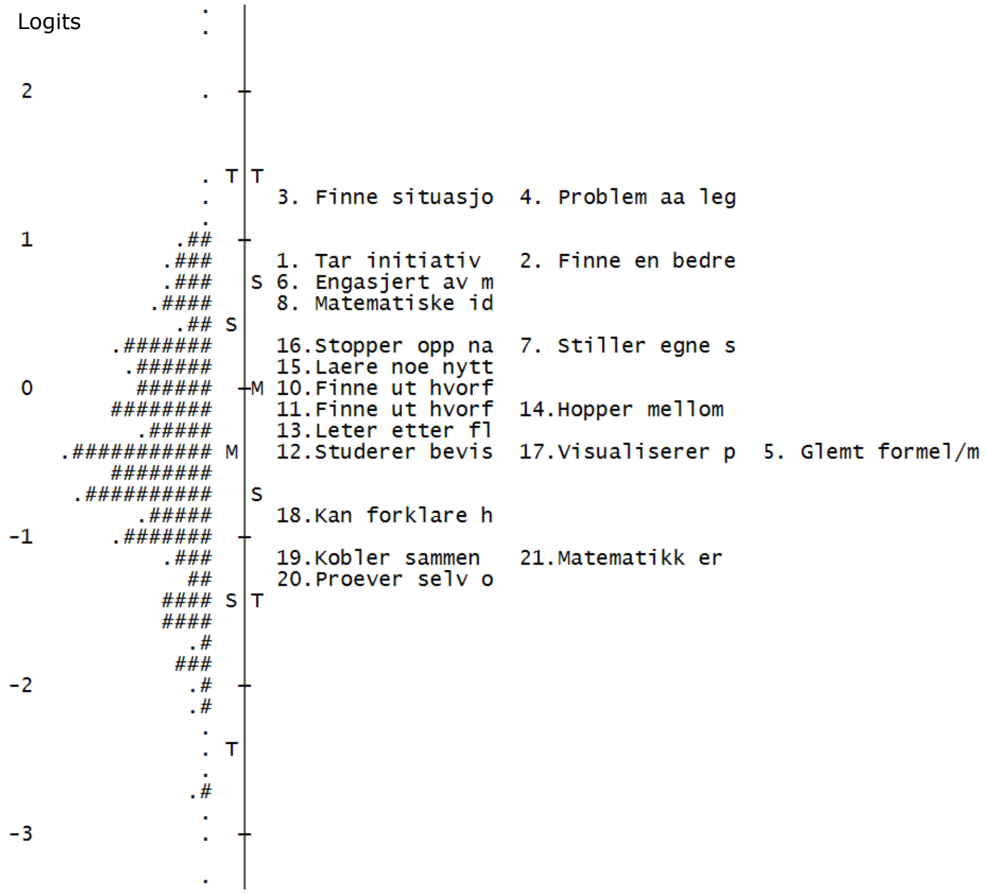
Elev, Antall	Gjennomsnittsmål	Linje
622	−0,49	**
45	−0,30	BY
2	−0,01	DE
59	−0,39	EL
52	−0,72	HE
78	−0,50	ID
65	−0,50	KD
22	−0,61	MS
17	−0,99	MY
40	−0,49	PA
54	−0,62	SE
137	−0,24	ST
51	−0,84	TI

Tabell 8: Linjenes gjennomsnittsmål for matematisk identitet

For å sikre det eksterne aspektet sammenlignet jeg datamaterialet mitt med Ytterhaug (2019) sitt datamateriale. Utsagn 21 fra mitt datamateriale var ikke med i sammenligningen. Resultatene presenteres i kapittel 5.2.2.

5.1.6 Responsaspektet

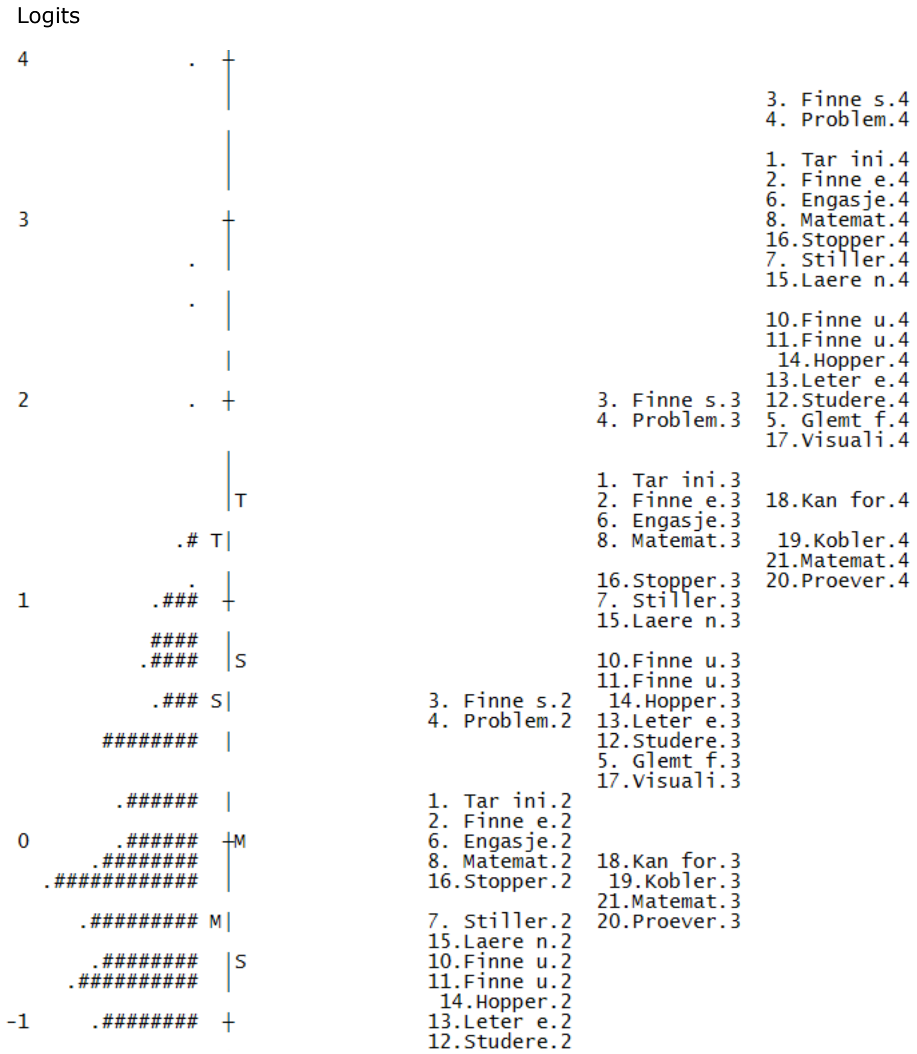
Jeg undersøkte person-utsagn variabelen for å se om utsagnene var egnet for å måle matematisk identitet for mitt utvalg. Resultatene presenteres i Figurene 18 og 19. Hver «#» er fem personer, og hver «.» er én til fire personer. Figur 18 viser fordelingen av elever og utsagn langs samme skala. Noen få elever (dvs., elevene med lavere mål enn −3 logits og høyere mål enn 2 logits) er ikke med i Figur 18. Stort sett posisjonerte både personene og utsagnene seg mellom −2 og 1 logits, og utsagnene viste seg å være hensiktsmessige for å måle matematiske identitet for mitt utvalg. Det kunne derimot vært flere utsagn med lavere mål enn −2 logits og høyere mål enn 1 logit for å dekke et større område av skalaen. Det kunne også vært flere utsagn der hvor det er store mellomrom mellom utsagnene.



Figur 18: Person-utsagn variabelen i videregående skole

For hvert utsagn er det fire svarkategorier. Utsagnene er ikke gjeldende kun i ett punkt, men strekker seg, som illustrert i Figur 19, over et større område. Figur 19 illustrerer person-utsagn variabelen med svarkategoriene mellom −1 og 4 logits. Utsagn 20 med svarkategori 1 hadde mål på −4 logits.

Dersom instrumentet skal bli brukt i fremtidige studier til å måle matematisk identitet i videregående skole, kan det være aktuelt å legge til flere utsagn. Det er mulig at personer i andre kontekster posisjonerer seg både lavere og høyere enn utvalget i min studie, og det kan derfor være aktuelt å legge til utsagn som oppfattes som enklere og vanskeligere å si seg enig i enn utsagnene i min studie.



Figur 19: Person-utsagn variabelen i videregående skole med svarkategoriene mellom −1 og 4 logits

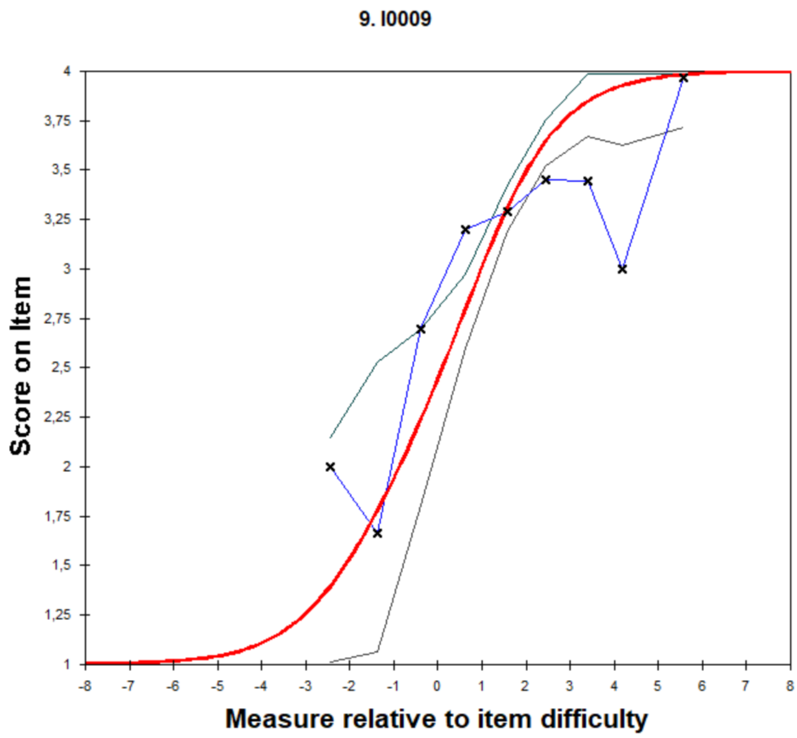
5.1.7 Måleinstrumentets velegnethet

På bakgrunn av de psykometriske egenskapene til måleinstrumentet konkluderte jeg med at instrumentet er velegnet for å måle matematisk identitet i videregående skole. Utsagnene viste seg å holde stand gjennom blant annet analyse av utsagn-mål korrelasjonene, Infit- og Outfit Mnsq, ICC, endimensjonalitet og DIF. Instrumentet hadde høy reliabilitet, og utsagnene posisjonerte seg stort sett i samme område som elevenes mål (dvs., mellom −2 og 1 logits). Ettersom måleinstrumentet kan anses som velegnet for å måle matematisk identitet i videregående skole, vil jeg videre svare på den andre problemformuleringen.

5.2 Sammenligning av matematisk identitet i to kontekster

Jeg vil først beskrive fjerningen av utsagn og personer fra datamaterialet til Ytterhaug (2019). Deretter vil jeg gjøre rede for de to stegene jeg gikk gjennom for å besvare den andre problemformuleringen. Ytterhaug brukte ordet «item» i stedet for ordet «utsagn».

Utsagn 9 ble fjernet fra datamaterialet til Ytterhaug. Utsagn-mål korrelasjonen var r = 0,24, Infit Mnsq var 1,56 og Outfit Mnsq var 1,89. Det vil si at utsagn-mål korrelasjonen var lavere enn anbefalt (Wolfe & Smith, 2007b), og Infit- og Outfit Mnsq var høyere enn anbefalt (Bond & Fox, 2001). Figur 20 illustrerer ICC-kurven til utsagnet. Den empiriske kurven avviker fra konfidensintervallet. Av de mest uforventede responsene til alle utsagnene gjaldt 24% av tilfellene Utsagn 9. Utover fjerningen av Utsagn 9, ble alle andre utsagn og personer beholdt i datamaterialet. Videre vil jeg beskrive datamaterialet uten Utsagn 9.



Figur 20: ICC til Utsagn 9

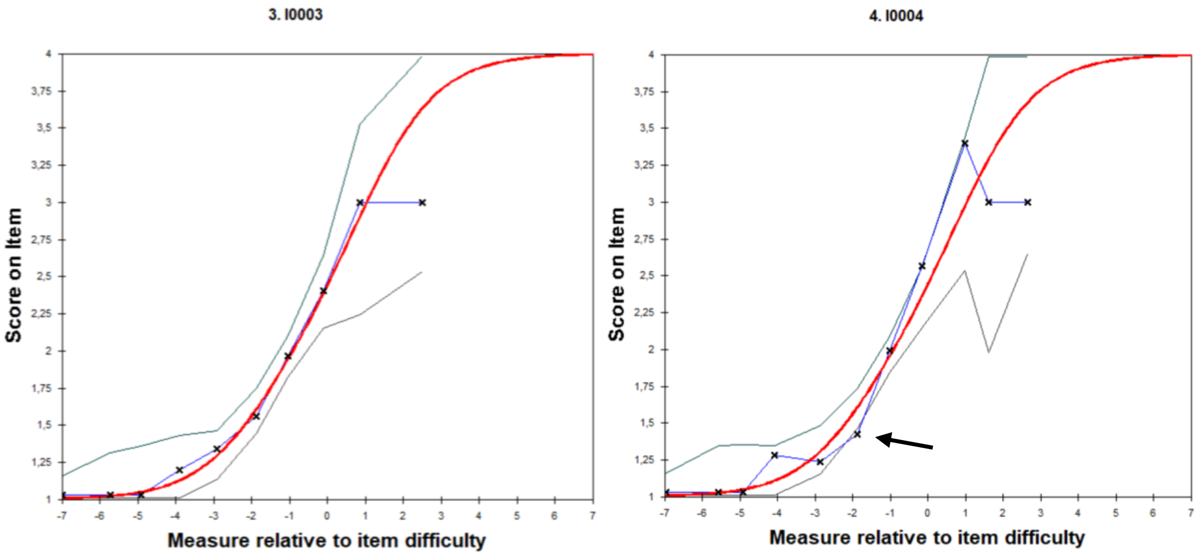
5.2.1 De psykometriske egenskapene til instrumentet brukt i ungdomsskolen

5.2.1.1 Innholdsaspektet

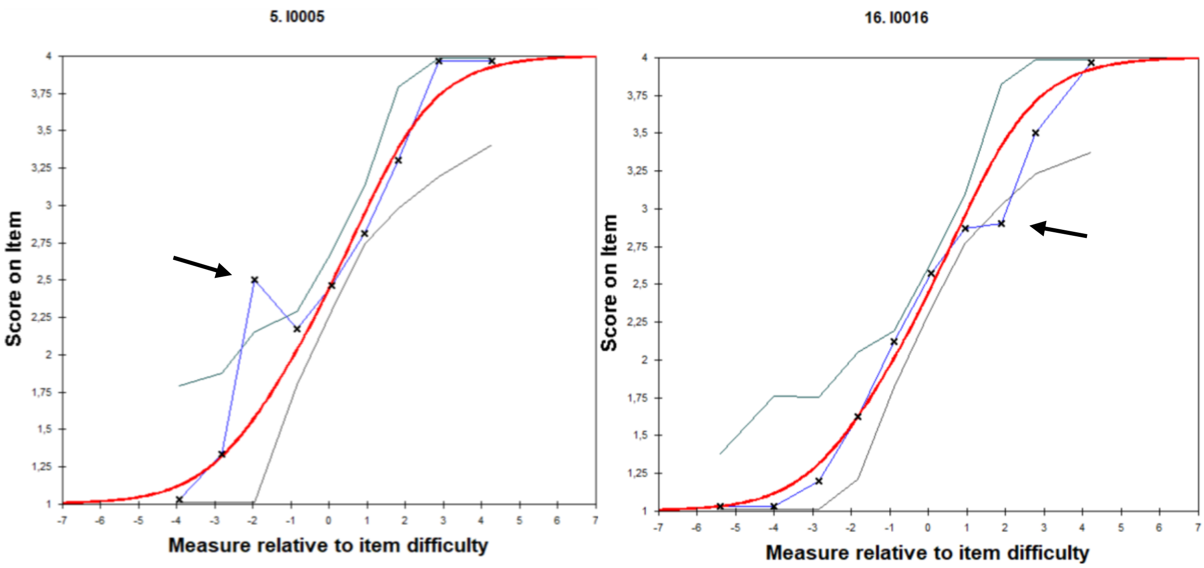
Utsagn-mål korrelasjonene til alle utsagnene var over 0,4. Alle utsagnene hadde dermed utsagn-mål korrelasjoner over den kritiske grensen på 0,4 (Wolfe & Smith, 2007b, s. 206).

Videre undersøkte jeg Infit- og Outfit Mnsq for utsagnene. Alle utsagnene hadde Infit- og Outfit Mnsq mellom 0,7 og 1,3, utenom Utsagnene 3 og 4. Outfit Mnsq til Utsagn 3 var 1,38. Infit Mnsq til Utsagn 4 var 1,34 og Outfit Mnsq var 1,37. En mulig årsak til at Outfit Mnsq til utsagnene var litt for høye kan skyldes uforventet respons til utsagnene. Av de mest uforventede responsene til alle utsagnene gjaldt 36% av tilfellene Utsagnene 3 og 4. ICC til Utsagnene 3 (venstre) og 4 (høyre) er illustrert i Figur 21. Pilen i figuren peker på Utsagn 4 sitt avvik fra konfidensintervallet. Den empiriske ICC til Utsagn 3 fulgte den forventede kurven, og holdt seg innenfor konfidensintervallet. Den empiriske ICC til Utsagn 4 hadde minimale avvik fra Rasch modellen. Dermed konkluderte jeg med at Utsagnene 3 og 4 var uproblematiske.

Jeg analyserte videre ICC til de andre utsagnene, og i de fleste tilfellene fulgte de empiriske kurvene den forventede kurven til utsagnene i stor grad. Noen av kurvene, derimot, viste noe avvik fra Rasch-modellen. Det gjaldt Utsagnene 5, 6, 14, 16, 17 og 18. Den empiriske kurven til Utsagn 6 avvek litt fra konfidensintervallet ett sted og minimalt fra konfidensintervallet et annet sted. Den empiriske kurven til Utsagn 14 avvek mye i ett punkt fra konfidensintervallet. Da 2 logits ble brukt som intervall, avvek de empiriske kurvene til utsagnene 6 og 14 i mindre grad fra konfidensintervallet. De empiriske kurvene til Utsagnene 5 og 17 avvek mye i ett punkt, men det var ingen avvik for utsagnene da jeg brukte 2 logits som intervall. Utsagn 16 avvek litt i ett punkt fra konfidensintervallet, og Utsagn 18 avvek litt i to punkter. Da jeg brukte 2 logits som intervall var det ingen avvik fra konfidensintervallet for Utsagnene 16 og 18. De empiriske ICC til alle utsagnene viste at responsene la seg tett inntil Rasch-modellens forventning, til tross for noe avvik fra konfidensintervallet. Det er mulig at noen få uforventede svar var årsaken til avvikene, ettersom avvikene ble mindre da jeg økte intervallet fra 1 til 2 logits. I Figur 22 illustreres ICC til Utsagnene 5 og 16. Pilene peker på utsagnenes avvik fra konfidensintervallet.



Figur 21: ICC til Utsagnene 3 (venstre) og 4 (høyre)



Figur 22: ICC til Utsagnene 5 (venstre) og 16 (høyre)

5.2.1.2 Det substansielle aspektet

Det var 19 elever som hadde Infit- og/eller Outfit Mnsq høyere enn 2. Da jeg fjernet personene med misfit, fikk Utsagnene 3 og 4 lavere Infit- og Outfit Mnsq: Utsagn 3 fikk en Outfit Mnsq på 1,12, og Utsagn 4 fikk en Infit Mnsq på 1,3 og en Outfit Mnsq på 1,36. Deretter undersøkte jeg om det hadde noe å si for målene til utsagnene om elevene med misfit ble fjernet eller ikke. Da jeg sammenlignet målene til utsagnene med og uten personene med misfit viste det seg at det ikke var signifikante forskjeller mellom målene til utsagnene. Alle utsagnene falt innenfor et 95% konfidensintervall, til tross for at alle personene var medregnet i datamaterialet. Korrelasjonskoeffisienten var r = 0,998. Alle personene ble derfor beholdt som en del av datamaterialet.

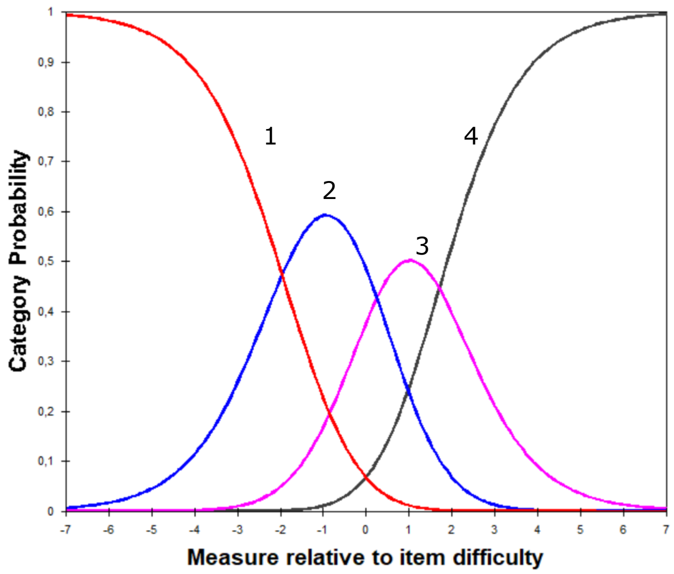
Jeg analyserte graderingsskalaen til instrumentet ved å ta høyde for de fire første retningslinjene til Linacre (2002). Resultatene presenteres i Tabell 9 og Figur 23.

Category label	Score	Observed count	%	Obsvd avrge	Sample expect	Infit Mnsq	Outfit Mnsq	Andrich threshold	Category measure
1	1	1058	24	−2,14	−2,06	0,91	0,93	NONE	(−3,13)
2	2	1840	41	−0,74	−0,78	0,98	0,95	−1,96	−0,92
3	3	1114	25	0,33	0,26	0,93	0,93	0,25	1,03
4	4	423	10	1,05	1,24	1,23	1,28	1,71	(2,95)
MISSING		1873	30	−0,41					

Tabell 9: Strukturen til svarkategoriene

Hver svarkategori hadde minst 10 observasjoner, og sikret presisjonen til svarkategoriene (Linacre, 2002). De tre første svarkategoriene hadde minst dobbelt så mange observasjoner som svarkategori 4.

Som illustrert i Figur 23, var kurven til hver svarkategori jevn og entoppet. Hver svarkategori var den mest sannsynlige på et tidspunkt (Linacre, 2002). I Tabell 9 presenteres Infit- og Outfit Mnsq for svarkategoriene, og for alle svarkategoriene var verdiene mellom 0,7 og 1,3. Det betyr at svarkategoriene ble tolket relativt likt av personene i utvalget (Bond & Fox, 2001). Svarkategoriene ble dermed brukt på en konvensjonell måte (Wolfe & Smith, 2007b).



Figur 23: Sannsynlighetskurvene for svarkategoriene

Graderingsskalaen ble brukt konsistent på tvers av utsagnene. Gjennomsnittsmålet økte, for hver svarkategori, med verdiene til de rangerte svaralternativene. Den matematiske identiteten økte dermed når personene identifiserte seg i større grad med utsagnene. Jeg undersøkte også om elevenes valg av svarkategorier i gjennomsnitt var konsistent med elevenes mål. For alle utsagnene, bortsett fra for Utsagn 3, var elevenes valg av svarkategorier konsistent med elevenes personmål. For Utsagn 3 valgte elevene med høyest personmål svarkategori 3, i stedet for svarkategori 4. Svarkategori 1 og 2 var derimot konsistent med elevenes mål.

Outfit Mnsq for svarkategoriene var lavere enn 2,0. Det betyr at responsen til hver svarkategori var i samsvar med forventningene til RSM-modellen (Linacre, 2002).

Jeg undersøkte avstanden mellom svarkategoriene. Avstanden er illustrert visuelt i Figur 23. Mellom svarkategoriene 2 og 3 var det en avstand på 2,21 logits, og mellom svarkategoriene 3 og 4 var det en avstand på 1,46 logits. Det vil si at minimumskravet for avstand mellom svarkategoriene ble oppfylt (Wolfe & Smith, 2007b). Det var derimot ikke lik avstand mellom svarkategoriene. For å øke presisjonen til målene kunne intervallet til svarkategori 3 vært større.

5.2.1.3 Det strukturelle aspektet

I den første kontrasten var det en uforklart varians på 1,73 (egenverdi). Det vil si at egenverdien var under den kritiske grensen på 2,0 (Linacre, 2012b), og instrumentet var tilstrekkelig endimensjonalt. Ifølge egenverdien eksisterte det en underdimensjon som tilsvarte styrken til 1,73 utsagn.

5.2.1.4 Generaliserbarhetsaspektet

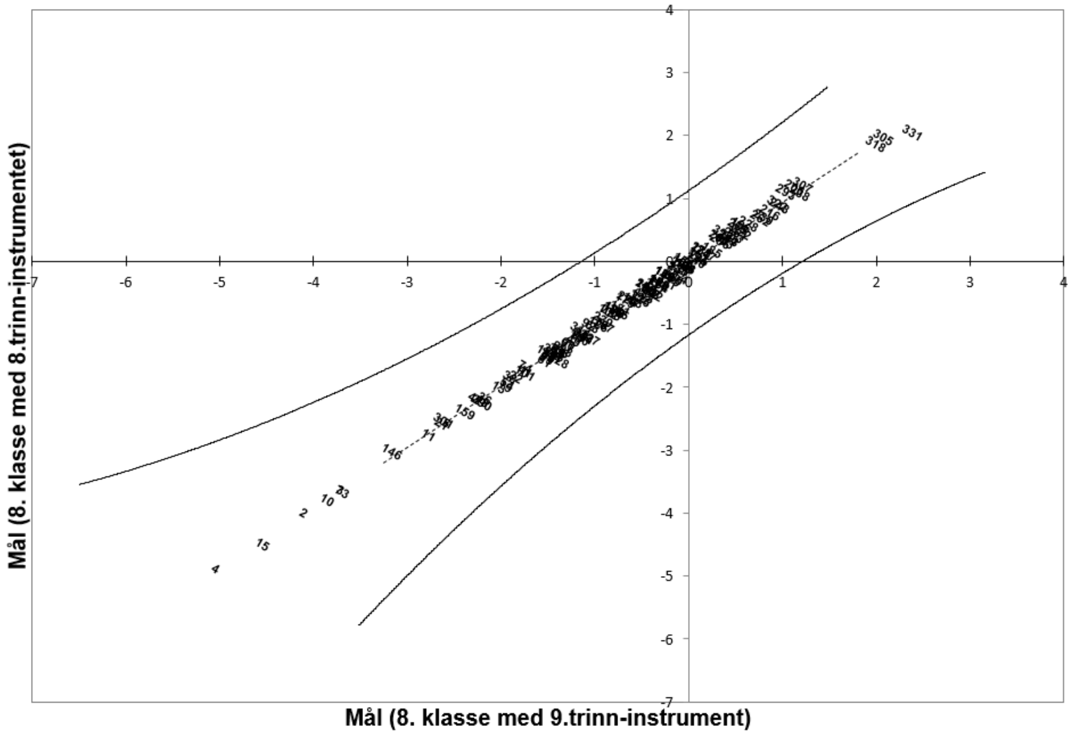
Reliabiliteten til instrumentet var 0,82, og regnes som høy. Det betyr at instrumentet hadde god indre konsistens, og kan regnes som pålitelig (Cohen et al., 2018, s. 774). Det er sannsynlig at personer med høye personmål har høyere matematisk identitet enn personer med lave personmål.

Jeg undersøkte om det var signifikante forskjeller med hensyn på kjønn og trinn. Det ble ikke oppdaget signifikant DIF med hensyn på kjønn. DIF-analysen med hensyn på trinn avdekket tre signifikante forskjeller, og gjøres rede for i Tabell 10. Det var vanskeligst for gruppen som står oppnevnt først under «sammenligning» i tabellen å si seg enig i et utsagn.

Sammenligning	DIF-kontrast	*p*-verdi	Utsagn
8 mot 10	0,69	0,01	6
9 mot 8	0,87	0,00	2
10 mot 9	0,72	0,02	17

Tabell 10: Signifikante forskjeller med hensyn på trinn

Det var relativt vanskeligere for hvert av de tre klassetrinnene å si seg enig i ett utsagn i forhold til et annet trinn. Jeg undersøkte om det hadde noe å si om jeg brukte 8.trinn-instrumentet (dvs., den sosiale matematiske identiteten til 8.trinn) eller 9.trinn-instrumentet (dvs., den sosiale matematiske identiteten til 9.trinn) for å måle elevgruppen fra 8.trinn. Resultatene fra analysen, illustrert i Figur 24, viste at det ikke hadde noen praktisk betydning hvilket instrument 8.trinn ble målt etter, og alle personene ble lokalisert innenfor et 95% konfidensintervall. Korrelasjonskoeffisienten var r = 0,998. Jeg antok at jeg ville få samme resultat dersom jeg gjorde samme analyse på de andre trinnene.

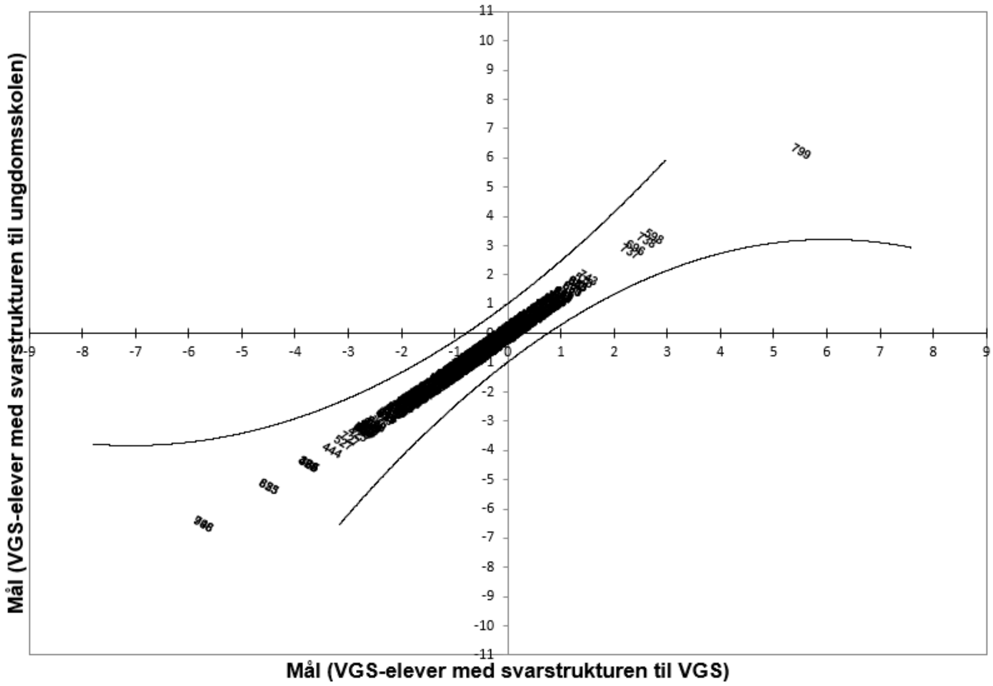


Figur 24: Elevene fra 8. trinn målt med 8.trinn-instrumentet og 9. trinn-instrumentet

5.2.1.5 Det eksterne aspektet

Som tidligere nevnt brukte Ytterhaug (2019) og jeg ulike svarkategorier. Svarkategori 1 og 4 var forskjellige. Jeg brukte «aldri/nesten aldri» og «alltid/nesten alltid» som henholdsvis svarkategori 1 og 4, og Ytterhaug brukte «aldri» og «alltid». Jeg undersøkte om det hadde noen praktiske konsekvenser at Ytterhaug (2019) og jeg brukte forskjellige svarkategorier.

Først målte jeg kun ungdomsskoleelevene, og lagret strukturen til svarkategoriene. Dernest målte jeg kun videregående elevene med svarstrukturen som ble brukt i videregående skole, og lagret personmålene til elevene. Videre målte jeg videregående elevene på nytt, men ankret svarkategoriene til å ha samme mål som i Ytterhaug sin studie. Til slutt brukte jeg et spredningsplott for å se om det medførte noen praktiske konsekvenser hvilken svarstruktur jeg brukte for å måle videregående elever. Det hadde marginal betydning hvilken av de to svarstrukturene jeg brukte, og resultatet fra analysen er presentert i Figur 25. Målene til personene forble omtrent de samme, og personene holdt seg innenfor et 95% konfidensintervall. Korrelasjonskoeffisienten var $r = 0{,}999$.



Figur 25: Videregående elever målt med svarstrukturen i Ytterhaug (2019) sitt instrument og mitt instrument

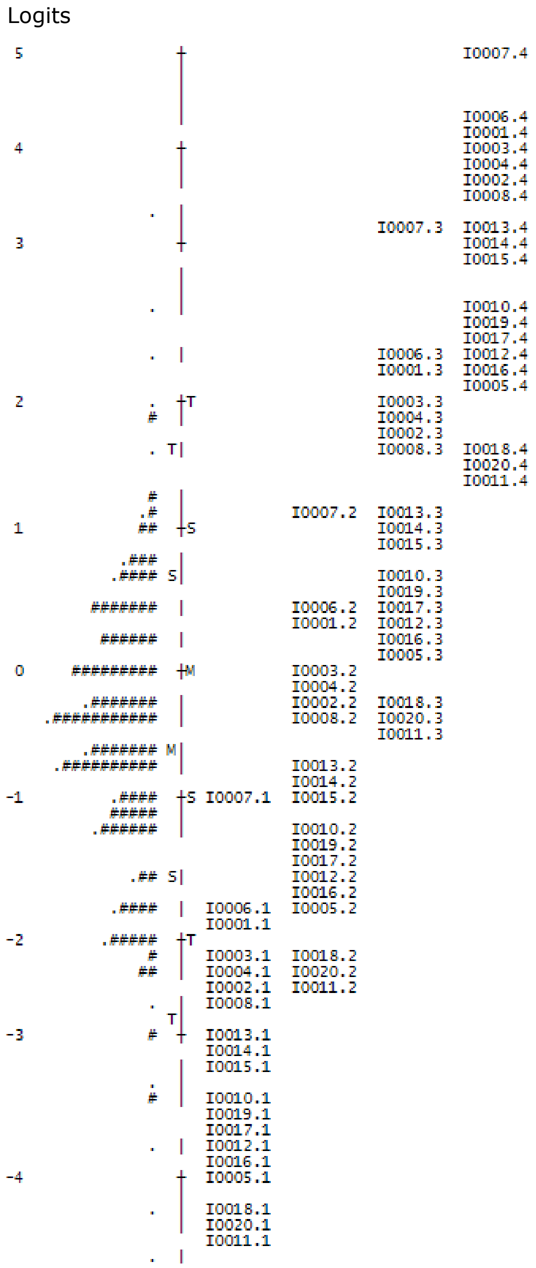
5.2.1.6 Responsaspektet

Jeg validerte person-utsagn variabelen for å sikre bevis for responsaspektet, og resultatene er presentert i Figurene 26 og 27. Hver «#» er tre personer, og hver «.» er én til to personer. Figur 26 viser fordelingen av elever og utsagn mellom −3 og 2 logits. Noen få elever (dvs., elevene med lavere mål enn −3 logits og høyere mål enn 2 logits) er ikke med i figuren. Både personene og utsagnene posisjonerte seg stort sett mellom −2 og 1 logits. Det betyr at utsagnene var hensiktsmessige for å måle matematisk identitet blant utvalget.

```
Logits
                  .   |  I0007
 2                .  +T
                  .   |
                  . T |
                  .   |
                  .   |  I0001   I0006
                 ##   |
 1                #  +S I0003
                 ##   |  I0004
               .###   |  I0002
               #### S |  I0008
             .#####   |
             ######   |  I0013
 0         .#######  +M I0014   I0015
           .#######   |
       .##########    |
             ###### M |  I0010   I0017   I0019
           .#######   |  I0012
            #######   |  I0005   I0016
-1             ####  +S
               .###   |
           .#######   |  I0018   I0020
                 ##   |  I0011
               .### S |
               ####   |
-2             .###  +T
                 ##   |
                 .#   |
                  .   |
                  .   |
                    T |
-3                #  +
```

Figur 26: Person-utsagn variabelen i ungdomsskolen

Ettersom hvert utsagn har fire svarkategorier, strekker utsagnene seg over et større område. Person-utsagn variabelen med svarkategoriene presenteres i Figur 27.



Figur 27: Person-utsagn variabelen i ungdomsskolen med svarkategoriene

Dersom instrumentet skal bli brukt i fremtidige studier på ungdomstrinnet, kan det være hensiktsmessig å legge til flere utsagn som kan tenkes å være vanskeligere og lettere å si seg enig i.

5.2.1.7 Måleinstrumentets velegnethet

De psykometriske egenskapene til måleinstrumentet viste at instrumentet er hensiktsmessig for å måle matematisk identitet i ungdomsskolen. Utsagnene hadde tilfredsstillende utsagn-mål korrelasjoner, Infit- og Outfit Mnsq og ICC. Instrumentet var tilstrekkelig endimensjonalt, og det ble observert få signifikante forskjeller i DIF-analysene mellom undergruppene i utvalget. I tillegg hadde instrumentet høy reliabilitet og utsagnene var hensiktsmessige for å måle matematisk identitet blant utvalget.

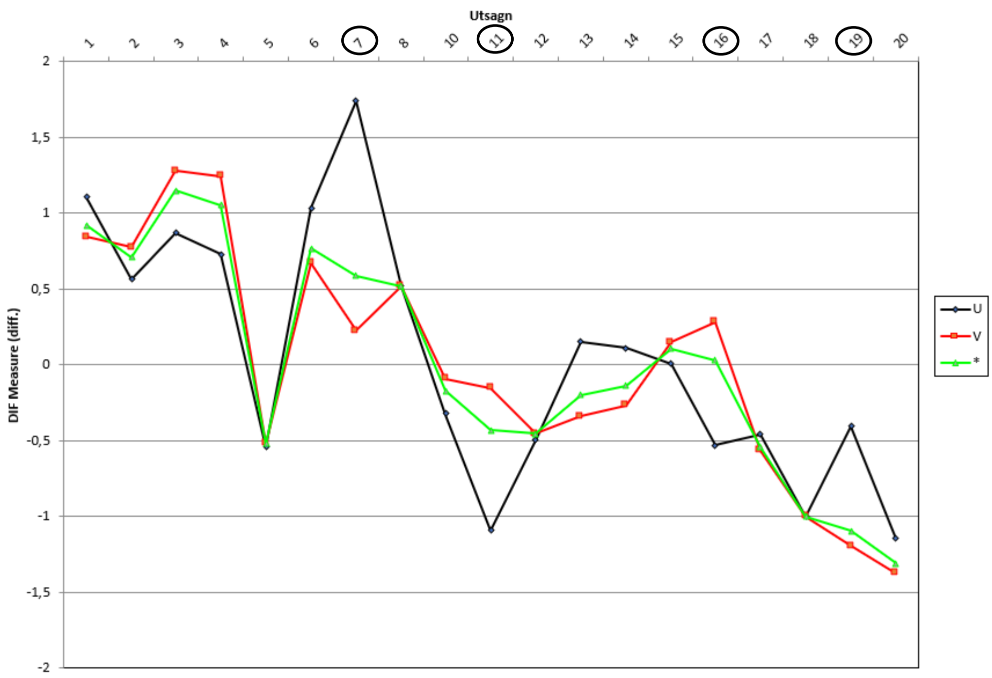
5.2.2 Matematisk identitet i ungdomsskolen og i videregående skole

Begge instrumentene viste tilfredsstillende psykometriske egenskaper, og ble vurdert som hensiktsmessige for å måle matematisk identitet. Dermed kunne jeg undersøke graden av invarians mellom matematisk identitet i ungdomsskolen og i videregående skole. Jeg slo sammen datamaterialene fra de to kontekstene, og analyserte instrumentet på samme måte som tidligere. På bakgrunn av de psykometriske egenskapene til instrumentet, konkluderte jeg med at instrumentet var valid. Deretter gjennomførte jeg en DIF-analyse med hensyn på kontekst (dvs., videregående skole versus ungdomsskole). Det ble oppdaget fire signifikante forskjeller mellom kontekstene. De signifikante forskjellene gjøres rede for i Tabell 11 og Figur 28. Det var relativt vanskeligere for gruppen som står oppnevnt først under «sammenligning» i Tabell 11 å si seg enig i et utsagn.

Sammenligning	DIF-kontrast	*p*-verdi	Utsagn
U mot V	1,52	0,00	7
U mot V	0,79	0,00	19
V mot U	0,94	0,00	11
V mot U	0,81	0,00	16

Tabell 11: Signifikante forskjeller med hensyn på kontekst

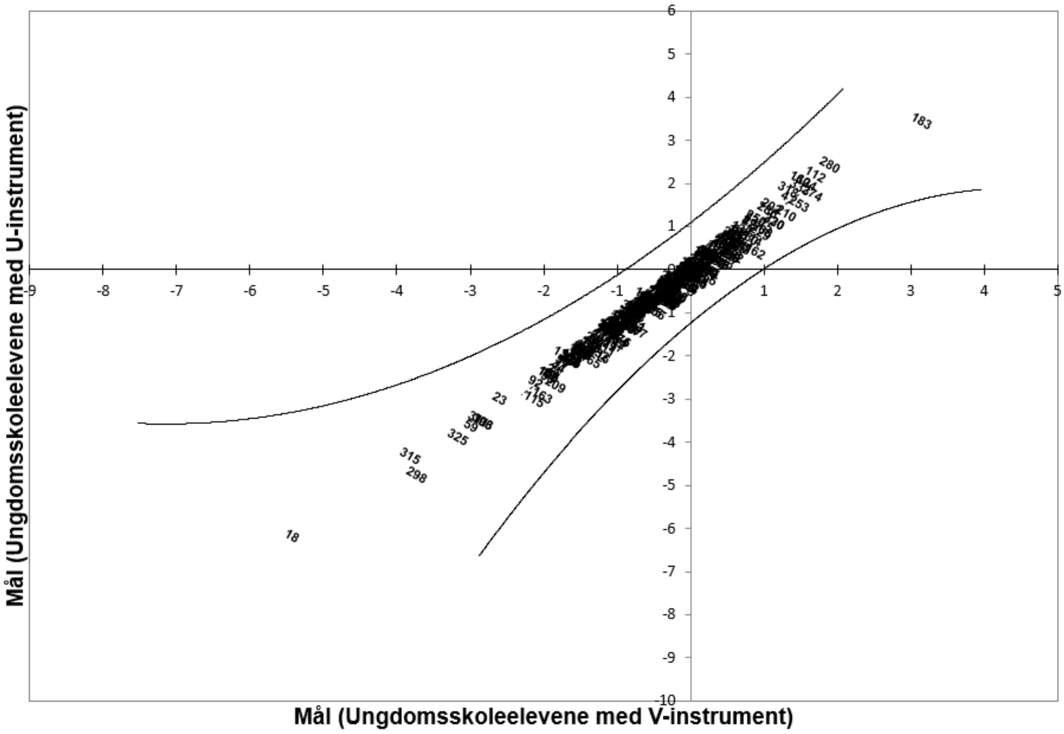
Som tidligere nevnt valgte Ytterhaug (2019) å omformulere utsagnene i måleinstrumentet, slik at utsagnene skulle være bedre tilpasset ungdomsskoleelevers ordforråd. Det er mulig at formuleringene kan har forårsaket de signifikante forskjellene. Jeg vil diskutere mulige årsaker for de signifikante forskjellene i diskusjonskapittelet.



Figur 28: DIF mellom ungdomsskoleelever og videregående elever

Ettersom det var signifikante forskjeller mellom kontekstene, analyserte jeg hvilken praktisk betydning graden av invarians hadde for sammenligningen av matematisk identitet på tvers av kontekstene. Jeg undersøkte om det hadde noe å si om ungdomsskoleelevene ble målt med V-instrumentet (dvs., den sosiale matematiske identiteten til videregående elevene) eller U-instrumentet (dvs., den sosiale matematiske identiteten til ungdomsskoleelevene). Analysen viste at det ikke hadde noen praktisk betydning hvilket instrument ungdomsskoleelevene ble målt med. Resultatet er illustrert i Figur 29. Korrelasjonskoeffisienten var r = 0,988.

I gjennomsnitt hadde ungdomsskoleelevene høyere matematisk identitet enn videregående elevene. En t-test viste at forskjellen mellom de to gruppene var signifikant (p = 0,026).



Figur 29: Ungdomsskoleelevene målt med V-instrumentet og U-instrumentet

5.3 Oppsummering

For å besvare den første problemformuleringen validerte jeg instrumentet som ble brukt for å måle matematisk identitet i videregående skole. De psykometriske egenskapene var tilfredsstillende, og jeg konkluderte med at instrumentet var hensiktsmessig for å måle matematisk identitet i videregående skole.

Den andre problemformuleringen ble besvart i to steg. Først validerte jeg datamaterialet til Ytterhaug (2019), knyttet til de 20 første utsagnene i Tabell 1. Basert på de psykometriske egenskapene konkluderte jeg med at instrumentet var hensiktsmessig for å måle matematisk identitet i ungdomsskolen. Deretter undersøkte jeg graden av invarians mellom matematisk identitet i ungdomsskolen og i videregående skole. Det ble observert fire signifikante forskjeller, men den praktiske betydningen av disse var relativt liten. De strukturelle forskjellene hadde liten betydning for sammenligningen av matematisk identitet mellom kontekstene.

I det store og hele er den sosiale matematiske identiteten i kontekstene ungdomsskolen og videregående skole relativt lik. Noen individuelle forskjeller kan man derimot finne. Jeg konkluderte med at matematisk identitet er delvis kontekstavhengig på tvers av kontekstene. Det vil si at man kan måle og sammenligne ungdomsskoleelever og videregående elever relativt til den samme sosiale matematiske strukturen. I praksis er matematisk identitet kontekst-uavhengig mellom kontekstene.

6 Diskusjon og konklusjon

Formålet med denne studien var å besvare følgende problemformuleringer: (1) Hva er de psykometriske egenskapene til et instrument som måler matematisk identitet i videregående skole? og (2) Hva er graden av invarians mellom matematisk identitet i ungdomsskolen og i videregående skole, og hvilken praktisk betydning har graden av invarians for sammenligningen av matematisk identitet mellom kontekstene? Før jeg gjennomførte denne studien var det ukjent om det er mulig å måle matematisk identitet i videregående skole. Jeg validerte måleinstrumentet ved hjelp av rammeverket til Wolfe & Smith (2007a; 2007b). På bakgrunn av de psykometriske egenskapene konkluderte jeg med at instrumentet var valid, og at det var mulig å måle matematisk identitet i videregående skole.

I forkant av denne studien var det også et åpent spørsmål om matematisk identitet er kontekstavhengig på tvers av kontekstene ungdomsskole og videregående skole. Spørsmålet om kontekstavhengigheten til matematisk identitet er, som tidligere nevnt, et empirisk spørsmål. For å besvare den andre problemformuleringen undersøkte jeg graden av invarians mellom matematisk identitet i ungdomsskolen og i videregående skole, og hvilken praktisk betydning graden av invarians hadde for sammenligningen av matematisk identitet på tvers av kontekstene. Resultatene viste at det finnes en sosial matematisk identitet som er delvis lik i innhold og struktur i ungdomsskolen og i videregående skole. Jeg konkluderte med at matematisk identitet er delvis kontekstavhengig på tvers av kontekstene. Det ble observert fire signifikante forskjeller mellom kontekstene, men den praktiske betydningen av forskjellene var relativt liten. I praksis kan man dermed si at matematisk identitet er kontekst-uavhengig på tvers av ungdomsskolen og videregående skole.

I dette kapittelet vil jeg drøfte noen av funnene fra studien og beskrive metodekritikk. Deretter vil jeg gjøre rede for studiens implikasjoner. Avslutningsvis vil jeg konkludere og besvare problemformuleringene.

6.1 Drøfting av funn

6.1.1 Den sosiale matematiske identiteten i kontekstene

Måleinstrumentene som ble sammenlignet besto av 20 utsagn, og de fleste utsagnene posisjonerte seg relativt likt i kontekstene ungdomsskolen og videregående skole. Som nevnt ble det derimot oppdaget fire signifikante forskjeller vedrørende Utsagnene 7, 11, 16 og 19. Det var relativt vanskeligere for ungdomsskoleelevene å si seg enig i Utsagnene 7 og 19, og det var relativt vanskeligere for videregående elevene å si seg enig i Utsagnene 11 og 16.

En av årsakene til signifikante forskjeller tilknyttet Utsagnene 7 og 11 kan skyldes at utsagnene er formulert ulikt i måleinstrumentene som ble brukt i de to kontekstene. Det er mulig at ordlyden til utsagnene kan ha påvirket hvordan innholdet ble tolket av respondentene. I videregående-instrumentet og ungdomsskole-instrumentet er Utsagn 7 henholdsvis formulert på følgende måte: «Når jeg lærer noe nytt, stiller jeg meg selv egne spørsmål som jeg jobber med» og «Når jeg lærer noe nytt i matematikk, lager jeg egne oppgaver». Det er mulig at det oppfattes som enklere å stille seg selv spørsmål til det man jobber med, sammenlignet med å lage egne oppgaver. På en annen side er det mulig at innholdet ble forstått på samme måte, men at det er relativt enklere for elever i videregående skole å si seg enig i Utsagn 7 fordi utsagnet innebærer en oppgave som kan være kognitivt krevende. Det er mulig at videregående elever har mer erfaring og en større evne til å reflektere enn ungdomsskoleelevene.

Ordlyden til Utsagn 11 er også ulik i de to instrumentene. I videregående-instrumentet og i ungdomsskole-instrumentet er utsagnet henholdsvis formulert slik: «Når jeg lærer en ny metode/algoritme, prøver jeg å finne ut hvorfor den virker» og «Når jeg lærer en ny formel, prøver jeg å forstå hvorfor den fungerer». Utsagn 11 er utsagnet med lavest mål på den sosiale matematiske identiteten til ungdomsskoleelevene. Det er mulig at utsagnet i instrumentet til ungdomsskoleelevene er lettere å si seg enig i enn utsagnet i instrumentet til videregående elevene fordi ordet *formel* er mer kjent for elevene enn ordene *metode* eller *algoritme*. Det kan for eksempel tenkes at elever har erfaring med en formelbok. Det er mulig at videregående elevene ikke har erfaring med begrepene metode og algoritme, og derfor oppfatter begrepene som noe avansert eller omfattende. På en annen side kan elevene ha tolket Utsagn 11 på samme måte, men at det matematiske innholdet betyr noe forskjellig i kontekstene.

Utsagnene 16 og 19 er formulert relativt likt i måleinstrumentene, og jeg tror det er lite sannsynlig at de signifikante forskjellene skyldes ordlyden. En årsak til at det var relativt enklere for ungdomsskoleelevene enn for videregående elevene å si seg enig i Utsagn 16 kan være at det matematiske innholdet (dvs., å reflektere over hva man gjør underveis i arbeidet med en oppgave) har ulik betydning i de to kontekstene. En annen forklaring kan være at ungdomsskolelærere har mer fokus på at elevene skal reflektere underveis når de arbeider med oppgaver enn hva lærere i videregående skole har.

Utsagn 19 handler om å koble det man lærer mot det man vet fra før. En mulig årsak til at det er relativt enklere for videregående elevene enn for ungdomsskoleelevene å si seg enig i Utsagn 19 kan være at det er en kognitivt krevende oppgave å se sammenhenger mellom det man lærer. Det er mulig at videregående elever har mer erfaring og fagkunnskaper enn ungdomsskoleelever, og dermed opplever det som lettere å koble sammen gammel og ny kunnskap. I tillegg er elevene i videregående skole eldre, og har derfor kanskje en større evne til å reflektere.

En kvalitativ studie kunne bidratt med kunnskap om årsakene som forårsaker de signifikante forskjellene vedrørende Utsagnene 7, 11, 16 og 19. Uavhengig av årsakene, kan man ta høyde for de signifikante forskjellene i fremtidige studier. Utsagnene med signifikant DIF kan behandles som kvalitativt forskjellige utsagn på tvers av kontekstene. Jeg foreslår derfor at man ikke tar høyde for utsagnene med signifikant DIF når man sammenligner grupper på tvers av kontekstene ungdomsskolen og videregående skole. Alle utsagnene kan likevel brukes internt i de ulike kontekstene.

6.1.2 Et akademisk instrument

Den sosiale matematiske identiteten ble i denne studien operasjonalisert som et sett karakteristikker og strukturen til karakteristikkene. Jeg har tatt høyde for utsagnene tilhørende instrumentet Kaspersen (2015) konstruerte, i tillegg til ett utsagn (dvs., Utsagn 21) som jeg la til. Instrumentet jeg brukte til å måle matematisk identitet i videregående skole ble vurdert som tilstrekkelig endimensjonalt. Det vil si at jeg kun har målt én dimensjon av matematisk identitet. Ettersom instrumentet til Kaspersen (2015) i stor grad er opplyst av teori og fra personer som kan knyttes til akademia, har instrumentet en akademisk utforming. Det betyr at personene i denne studien ble målt etter hva som defineres til å være matematisk identitet av personer fra akademia og teori.

Det kan tenkes at det finnes andre karakteristikker og andre dimensjoner av matematisk identitet som jeg ikke har målt. Dersom jeg hadde brukt et annet instrument til å måle matematisk identitet, er det mulig at jeg ville fått andre resultater for elevenes personlige matematiske identitet. Elevene fra yrkesfaglige utdanningsprogram hadde i gjennomsnitt lavere matematisk identitet enn elevene fra studieforberedende utdanningsprogram. Dersom utsagnene var mer rettet mot en yrkesfaglig matematisk identitet ville kanskje rangeringen av gjennomsnittlige personmål for yrkesfaglige- og studieforberedende utdanningsprogram vært motsatt.

6.1.3 Er det viktig å utvikle matematisk identitet?

Innledningsvis antok jeg at det er viktig å utvikle matematisk identitet, og at det er positivt å utvikle karakteristikkene som utgjør matematisk identitet. Er det fornuftig å bygge på disse antakelsene? Flere av utsagnene i instrumentet jeg brukte for å måle matematisk identitet er, slik jeg ser det, beskrivende for viktige elementer av fagfornyelsen (Utdanningsdirektoratet, 2018).

I overordnet del av fagfornyelsen, under «opplæringens verdigrunnlag», gjøres det rede for at skolen skal bygge sin praksis på verdiene i opplæringens formålsparagraf (Utdanningsdirektoratet, u.å.). Jeg har tidligere beskrevet hvordan affektive aspekter fremmes i formålsparagrafen. For eksempel skal elevene få utvikle skaperglede, engasjement, utforskertrang og lærelyst (Opplæringslova § 1-1). Utsagnene 1, 4, 6, 8, 10 og 15 er eksempler på utsagn som handler om de nevnte verdiene fra formålsparagrafen, og kan knyttes til affektive aspekter i matematikk. Affektive aspekter kan dermed beskrives som en del av begrepet matematisk identitet slik det er operasjonalisert i denne studien.

Dybdelæring er som tidligere nevnt en sentral del av fagfornyelsen (Utdanningsdirektoratet, 2018). Jeg vil påstå at flere av utsagnene fra instrumentet er beskrivende for dybdelæring. Dybdelæring handler blant annet om å utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder, og om å utvikle evne til å reflektere over egen læring (Utdanningsdirektoratet, 2019b). For eksempel handler Utsagnene 7 og 16 om å reflektere over egen læring, og Utsagn 19 handler om å se sammenhenger mellom gammel og ny kunnskap. Andre utsagn, som Utsagnene 3, 17 og 20, handler om arbeidsmetoder.

Utsagn som kan knyttes til affektive aspekter og utsagn som kan knyttes til dybdelæring henger sammen: de tilhører samme dimensjon av matematisk identitet. På bakgrunn av resonnementet vil jeg si at det er rimelig å anta at det er viktig å utvikle matematisk identitet slik begrepet er operasjonalisert i denne studien, og at det er positivt å utvikle karakteristikkene som utgjør matematisk identitet. Likevel er det fremdeles mange spørsmål som forblir ubesvarte. Man vet for eksempel lite om kausalitet, og hvordan matematisk identitet utvikles. Det er ukjent hvordan matematisk identitet påvirker andre aspekter, som for eksempel elevers prestasjoner. Svar på slike spørsmål vil være nyttig for å si noe om betydningen av elevers personlige matematiske identitet.

6.2 Forskningens begrensninger

6.2.1 En pragmatisk definisjon

Jeg hadde en pragmatisk tilnærming til valg av definisjon. Matematisk identitet ble i denne studien operasjonalisert som kompatibelt med måling, og jeg undersøkte én dimensjon av matematisk identitet. Det er mulig at instrumentet og metoden i denne studien ikke er kompatibel med andre definisjoner om identitet. Det kan derfor være vanskelig å sammenligne resultater fra denne studien med andre studier som bruker et annet rammeverk. På en annen side, som Lester (2005) påpeker, vil trolig ingen rammeverk alene være dekkende for et komplekst begrep. Identitet *er* ikke i sin helhet et narrativ (Sfard & Prusak, 2005b) eller «å bli gjenkjent som en bestemt type person» (Gee, 2000). Begrepet er heller ikke, som definert i denne oppgaven, kun en relativ posisjon. Studien kan være et bidrag til å øke kunnskapen om hva matematisk identitet er.

6.2.2 Kvantitativ forskning

Det er forsket mye på identitet tidligere, men den største andelen av forskningen har brukt kvalitative metoder. Jeg brukte en kvantitativ forskningsmetode i denne studien, og bidrar med kvantitative data om måling av matematisk identitet. Datamaterialet kan derimot ikke brukes til å forklare *hvorfor* resultatene ble som de ble. En kvalitativ metode kunne gitt svar på spørsmål som min studie ikke kan. I fremtidige studier vil det være nyttig å bruke både kvalitative og kvantitative metoder for å undersøke begrepet matematisk identitet, for eksempel ved å benytte triangulering.

Dersom jeg hadde hatt flere respondenter, ville jeg kunne gi en mer nøyaktig gjengivelse av matematisk identitet i videregående skole. Jeg hadde færre enn 50 besvarelser fra fem av linjene jeg studerte, og jeg kunne derfor hatt flere respondenter fra linjene BY, DE, MY, MS og PA. Jeg kunne også ha samlet inn data fra flere linjer, for å representere videregående skole som helhet på en bedre måte. I tillegg kunne jeg ha samlet inn data fra flere respondenter med S-, T- og R-matematikk, for å få en jevnere fordeling av matematikk-fag blant elevene.

Det er mulig at utsagnenes posisjon ville vært annerledes dersom jeg hadde målt andre elever. På bakgrunn av antall elever, og spredningen av elever på ulike linjer, mener jeg likevel at det er fornuftig å ta høyde for funnene i studien.

6.2.3 Validitet

Det er flere begrensinger ved instrumentet jeg brukte for å måle matematisk identitet. Dersom jeg for eksempel hadde hatt flere utsagn med i undersøkelsen, kunne reliabiliteten vært høyere. Det er noen «hull» mellom utsagnene i den sosiale matematiske identiteten tilhørende videregående-instrumentet som kunne vært «fylt» av utsagn. Jeg kunne også hatt flere utsagn med lavere og høyere mål enn det utsagnene hadde i min studie.

Kvaliteten på svarkategoriene kunne vært bedre. Avstanden mellom svarkategori 3 og 4 oppfylte ikke anbefalt minimumskrav på 1,1 logits. Det var heller ikke lik avstanden mellom svarkategoriene. For å gjøre avstanden mellom svarkategoriene 3 og 4 større, kunne jeg for eksempel ha endret svaralternativet «Nesten alltid/alltid» til «Alltid».

Jeg brukte rammeverket til Wolfe & Smith (2007a; 2007b) for å validere instrumentet, men valgte å ikke gjøre rede for to av aspektene i resultatdelen. Istedenfor fokuserte jeg på aspektene jeg anså som mest relevante for å undersøke de psykometriske egenskapene til instrumentet. For å styrke valideringsprosessen kunne jeg derimot inkludert tolkbarhetsaspektet og konsekvensaspektet i analyseprosessen.

Det er i utgangspunktet ikke meningen at instrumentet skal brukes til andre hensikter enn forskning. Fokuset i studien var ikke på enkeltpersoner, men på det strukturelle. Jeg valgte derfor å utelate tolkbarhetsaspektet. Jeg kunne, derimot, for eksempel valgt å re-skalere datamaterialet på en kvalitativt meningsfull måte, og oversatt dataene til en enhet som er kjent fra før. Det er mulig at datamaterialet da ville vært lettere å tolke for andre.

Jeg beskrev heller ikke konsekvensaspektet i resultatdelen. Likevel vurderer jeg det slik at resultatene fra studien er relevante og nyttige for andre. For eksempel konkretiseres verdier og prinsipper fra fagfornyelsen gjennom utsagnene i måleinstrumentet. Studien bidrar med informasjon og kunnskap om matematisk identitet, og medfører både implikasjoner for forskning og didaktiske implikasjoner. Jeg vil videre gjøre rede for studiens implikasjoner, og belyse forslag til fremtidig forskning.

6.3 Implikasjoner for forskning

Resultatene fra denne studien er i seg selv et bidrag til forskningsfeltet. Jeg har undersøkt en ny kontekst, og funnet ut at man kan måle matematisk identitet i videregående skole. Det betyr at det er mulig å sammenligne flere kontekster, og forskningsfeltet har mer kunnskap å basere seg på for å si noe om hvor kontekstavhengig matematisk identitet er. I tillegg har man mer kunnskap om matematisk identitet i en skolesammenheng. Som Graven & Heyd-Metzuyanim (2019, s. 367) trekker frem, vil det i fremtidige studier være interessant å måle matematisk identitet i kontekster som ikke er i en skolesammenheng. For eksempel kan man studere matematisk identitet i arbeidslivet, og undersøke om matematisk identitet kan regnes som det samme i skolesammenhenger som i arbeidslivet.

For å kunne måle matematisk identitet i overgangen mellom to kontekster, er det essensielt at det går an å måle matematisk identitet i begge kontekstene. I tillegg er det sentralt at matematisk identitet er det samme, eller delvis det samme, i kontekstene som måles. Min studie har lagt et grunnlag for å undersøke matematisk identitet i overgangen fra ungdomsskolen til videregående skole. Til tross for at det var noen signifikante forskjeller mellom kontekstene, så posisjonerte de fleste utsagnene seg relativt likt på den sosiale matematiske identiteten til begge kontekstene. Det betyr at man i fremtidige studier kan måle elevers matematiske identitet i overgangen fra ungdomsskolen til videregående skole. Et forslag til videre forskning er å måle elevers endring i personmål over et bestemt tidsrom, for eksempel i overgangen fra ungdomsskolen til videregående skole. Et slikt forskningsprosjekt kan gi informasjon om hvordan matematisk identitet utvikler seg, og hvilke elementer som påvirker den personlige matematiske identiteten.

6.4 Didaktiske implikasjoner

Resultatene fra studien gir et innblikk i videregående elevers forhold til matematikk, og man kan undersøke hvordan utsagnene fra instrumentet posisjonerer seg på den sosiale matematiske identiteten til videregående elever. Flere av utsagnene som kan knyttes til affekt posisjonerte seg høyt på skalaen. Eksempler på slike utsagn er: «Jeg har problemer med å legge fra meg matematiske oppgaver», «Jeg tar initiativ til å lære mer om et matematisk emne enn skole/jobb legger opp til» og «Jeg blir engasjert når noen starter en matematisk diskusjon». Utsagnene med lavere mål på skalaen handlet om metoder og strategier for hvordan man skal arbeide. Eksempler på slike utsagn er: «Dersom jeg har glemt en formel/metode, prøver jeg å utlede den selv» og «Hvis jeg står fast, prøver jeg å visualisere problemet». For at elever skal utvikle høy matematisk identitet bør undervisningen stimulere både kunnskap, arbeidsmetoder og affektive aspekter. Ettersom affektive aspekter posisjonerer seg høyt på skalaen vil det i fremtidige studier være interessant å finne ut av hvordan man kan stimulere karakteristikker som kan knyttes til affekt. Hvordan går man for eksempel frem for å få elever så engasjerte i faget at de blir engasjerte når noen starter en matematisk diskusjon, eller for at elever skal ønske å lære mer enn hva skolen legger opp til?

Utsagnene, slik de er formulert i måleinstrumentet, konkretiserer innhold knyttet til fagfornyelsen. Studien belyser behovet for kunnskap om hva elevene bør lære utover fagkunnskaper, og hvordan man skal gå frem for å få det til.

6.5 Konklusjon

På bakgrunn av de psykometriske egenskapene til instrumentet jeg brukte for å måle matematisk identitet i videregående skole, har jeg konkludert med at instrumentet er hensiktsmessig for å måle videregående elevers matematiske identitet. For eksempel holdt utsagnene stand gjennom analyse av utsagn-mål korrelasjoner, Infit- og Outfit Mnsq, ICC, endimensjonalitet og DIF. I tillegg posisjonerte utsagnene seg stort sett i samme område som elevenes mål. Instrumentet hadde høy relabilitet.

Det var liten grad av invarians mellom matematisk identitet i ungdomsskolen og i videregående skole. Det ble observert fire signifikante forskjeller mellom kontekstene. Den praktiske betydningen av forskjellene var relativt liten, og påvirket sammenligningen av matematisk identitet på tvers av kontekstene i liten grad. Jeg konkluderte med at matematisk identitet er delvis kontekstavhengig på tvers av kontekstene ungdomsskole og videregående skole, og det går an å måle og sammenligne matematisk identitet på tvers av kontekstene.

Studien bidrar til å øke kunnskapen om andre aspekter enn fagkunnskaper i matematikk, og konkretiserer noe av innholdet som fagfornyelsen fremmer som sentralt for elevenes utdanning og danning.

Litteraturliste

Andrich, D. (1989). Distinctions between assumptions and requirements in measurement in the social sciences. *Mathematical and theoretical systems, 4*, 7-16.

Bond, T. G. & Fox, C. M. (2001). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences.* Mahwah, NJ: L. Erlbaum.

Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (utg.8). London: Routledge.

Darragh, L. (2016). Identity research in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics, 93*(1), 19-33. https://doi.org/10.1007/s10649-016-9696-5

Deaux, K. (1993). Reconstructing social identity. *Personality and social psychology bulletin, 19*(1), 4-12. https://doi.org/10.1177/0146167293191001

Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora. (2016). Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi Hentet fra https://www.etikkom.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/60125_fek_retningslinjer_nesh_digital.pdf

Ding, L., Pepin, B. & Jones, K. (2015). Students' attitudes towards mathematics across lower secondary schools in Shanghai. I Pepin B., Roesken-Winter B. (Red.), *From beliefs to dynamic affect systems in mathematics education: Exploring a mosaic of relationships and interactions* (s. 157-178). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-06808-4_8

Fjeldavli, A. (2018, 16. august). «Du som har så gode karakterer må jo gå allmennfag». *Agenda Magasin*. Hentet fra https://agendamagasin.no/kommentarer/gode-karakterer-allmennfag/

Gee, J. P. (2000). Chapter 3: Identity as an analytic lens for research in education. *Review of research in education, 25*(1), 99-125. https://doi.org/10.3102/0091732X025001099

Graven, M. & Heyd-Metzuyanim, E. (2019). Mathematics identity research: The state of the art and future directions. *ZDM Mathematics Education*, *51,* 361–377. https://doi.org/10.1007/s11858-019-01050-y

Hannula, M. S. (2006). Motivation in mathematics: Goals reflected in emotions. *Educational studies in mathematics, 63*(2), 165-178. https://doi.org/10.1007/s10649-005-9019-8

Hannula, M. S., Di Martino, P., Pantziara, M., Zhang, Q., Morselli, F., Heyd-Metzuyanim, E., ... & Goldin, G. A. (2016). *Attitudes, beliefs, motivation, and identity in mathematics education: An overview of the field and future directions.* Cham: Springer International Publishing.

Heyd-Metzuyanim, E. (2013). The co-construction of learning difficulties in mathematics—teacher–student interactions and their role in the development of a disabled mathematical identity. *Educational Studies in Mathematics, 83*(3), 341-368. https://doi.org/10.1007/s10649-012-9457-z

Holland, D., Lachicotte, W., Skinner, D. & Cain, C. (1998). *Identity and agency in cultural worlds.* Cambridge, MA: Harvard University Press.

Kaspersen, E. (2015). Using the Rasch Model to Measure the Extent to which Students Work Conceptually with Mathematics. *Journal of applied measurement, 16*(4), 336-352.

Kaspersen, E., Pepin, B. & Sikko, S. A. (2017a). Measuring STEM Students' Mathematical Identities. *Educational Studies in Mathematics, 95*(2), 163-179. https://doi.org/10.1007/s10649-016-9742-3

Kaspersen, E., Pepin, B., & Sikko, S. A. (2017b). The association between engineering students' self-reported mathematical identities and average grades in mathematics courses. *Proceedings of the Tenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME10).*

Kaspersen, E. (2018). *On measuring and theorising mathematical identity*. (Doktoravhandling). Universitetet i Agder, Kristiansand.

Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation.* Cambridge: Cambridge University Press.

Lester, F. K. (2005). On the theoretical, conceptual, and philosophical foundations for research in mathematics education. *ZDM Mathematics Education, 37*(6), 457-467. https://doi.org/10.1007/BF02655854

Linacre, J. M. (2002). Optimizing rating scale category effectiveness. *Journal of Applied Measurement, 3*(1), 85-106.

Linacre, J. M. (2005). Measurement, meaning and morality. I *Pacific Rim Objective Measurement Symposium (PROMS)* og *International Symposium on Measurement and Evaluation (ISME),* 1-7.

Linacre, J. M. (2012a, juni). Winsteps Rasch Tutorial 2. Hentet fra Winsteps & Facets Rasch Software: https://www.winsteps.com/a/winsteps-tutorial-2.pdf

Linacre, J. M. (2012b, juni). Winsteps Rasch Tutorial 4. Hentet fra Winsteps & Facets Rasch Software: https://www.winsteps.com/a/winsteps-tutorial-4.pdf

Linacre, J. M. (2020a). Winsteps® (Versjon 4.5.1) [Programvare]. Beaverton, OR: Winsteps.com. Tilgjengelig på https://www.winsteps.com/

Linacre, J. M. (2020b). *Winsteps Rasch measurement computer guide: User's guide*. Beaverton, OR: Winsteps.com.

Ma, X. (1999). A meta-analysis of the relationship between anxiety toward mathematics and achievement in mathematics. *Journal for research in mathematics education, 30*(5), 520-540. http://doi.org/10.2307/749772

Malt, U. & Aslaksen, P. (2018, 4. september). Psykometri. Hentet fra https://sml.snl.no/psykometri

Nordhagen, G. G. (2018, 26. oktober). Ann-Kristin hadde 5,6 i karaktersnitt: – Jeg ble kalt dum da jeg sa jeg ville velge yrkesfag. *Fagbladet.* Hentet fra https://fagbladet.no/nyheter/annkristin-hadde-56-i-karaktersnitt--jeg-ble-kalt-dum-da-jeg-sa-jeg-ville-velge-yrkesfag-6.91.586497.821008ac5a

OECD. (2013). *PISA 2012 Results: Ready to Learn: Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs (Volume III)*. Hentet fra http://dx.doi.org/10.1787/9789264201170-en

Opplæringslova – oppll. (1998). Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa. (LOV-1998-07-17-61). Hentet fra https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61

Postholm, M. B. & Jacobsen, D. I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Oslo: Cappelen Damm akademisk.

Radovic, D., Black, L., Williams, J. & Salas, C. E. (2018). Towards conceptual coherence in the research on mathematics learner identity: A systematic review of the literature. *Educational Studies in Mathematics, 99*(1), 21-42. https://doi.org/10.1007/s10649-018-9819-2

Rasch, G. (1960). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. København, Danmark: Danish Institute for Educational Research. (Utvidet utgave, 1980. Chicago, IL: University of Chicago Press.).

Rienecker, L. & Jørgensen, P. S. (2013). *Den gode oppgaven: Håndbok i oppgaveskriving på universitet og høyskole* (utg. 2). Bergen: Fagbokforlaget.

Sfard, A. & Prusak, A. (2005a). Identity That Makes a Difference: Substantial Learning as Closing the Gap between Actual and Designated Identities. *International Group for the Psychology of Mathematics Education, 1,* 37-52.

Sfard, A. & Prusak, A. (2005b). Telling identities: In search of an analytic tool for investigating learning as a culturally shaped activity. *Educational Researcher, 34*(4), 14–22. https://doi.org/10.3102/0013189X034004014

Solomon, Y. (2007). Experiencing mathematics classes: Ability grouping, gender and the selective development of participative identities. *International Journal of Educational Research, 46*(1-2), 8-19. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2007.07.002

Stølen, T. (2019, 5. februar). Pragmatisme. Hentet fra https://snl.no/pragmatisme

Talisse, R. B. & Aikin, S. F. (Red.). (2011). *The pragmatism reader: From Peirce through the present*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Thurstone, L. L. (1959). *The measurement of values*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Utdanningsdirektoratet. (2006a). *Læreplan i matematikk fellesfag* (MAT1-04). Hentet fra https://www.udir.no/kl06/MAT1-04

Utdanningsdirektoratet. (2006b). *Læreplan i matematikk fellesfag 2P-Y, Vg3 påbygging til generell studiekompetanse* (MAT6-03). Hentet fra https://www.udir.no/kl06/MAT6-03

Utdanningsdirektoratet. (2006c). *Læreplan i matematikk for samfunnsfag - programfag i utdanningsprogram for studiespesialisering* (MAT4-01). Hentet fra https://www.udir.no/kl06/MAT4-01

Utdaningsdirektoratet. (2006d). *Læreplan i matematikk for realfag - programfag i utdanningsprogram for studiespesialisering* (MAT3-01). Hentet fra https://www.udir.no/kl06/MAT3-01

Utdanningsdirektoratet. (2018, 26. november). Hva er fagfornyelsen? Hentet fra https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagfornyelsen/nye-lareplaner-i-skolen/

Utdanningsdirektoratet. (2019a, 18. november). Nye læreplaner – grunnskolen og gjennomgående fag vgo. Hentet fra https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/Nye-lareplaner-i-grunnskolen-og-gjennomgaende-fag-vgo/

Utdanningsdirektoratet. (2019b, 13. mars). Dybdelæring. Hentet fra https://www.udir.no/laring-og-trivsel/dybdelaring/

Utdanningsdirektoratet. (u.å.). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Hentet fra https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/

Valg av matematikk. (u.å.). Hentet fra https://www.vilbli.no/nb/nb/no/valg-av-matematikk/a/029054

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Wolfe, E. W. & Smith E. V., Jr. (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 E. V., Jr. (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. & Stone, M. H. (1979). *Best test design*. Chicago, IL: MESA PRESS.

Ytterhaug, B. O. (2019). *Matematisk identitet i ungdomsskolen: En kvantitativ studie av elevers matematiske identitet*. (Mastergradsavhandling). Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim.

Zan, R., Brown, L., Evans, J. & Hannula, M. S. (2006). Affect in mathematics education: An introduction. *Educational studies in mathematics*, *63*(2), 113-121. https://doi.org/10.1007/s10649-006-9028-2

Zan, R. & Di Martino, P. (2007). Attitude toward mathematics: Overcoming the positive/negative dichotomy. *The Montana Mathematics Enthusiast, 3*(1), 157-168.

Vedlegg

Vedlegg 1: Informasjonsskriv, samtykkeskjema og spørreskjema A

Vedlegg 2: Informasjonsskriv, samtykkeskjema og spørreskjema B

Vedlegg 3: Informasjonsskriv, samtykkeskjema og spørreskjema C

Vedlegg 4: Informasjonsskriv, samtykkeskjema og spørreskjema D

Vedlegg 1:

Vil du delta i forskningsprosjektet «Matematisk identitet i videregående skole»?

Formål
Jeg er masterstudent ved NTNU, Institutt for Lærerutdanning, og jeg skal gjennomføre et forskningsprosjekt om matematisk identitet i videregående skole. Disse spørsmålene handler om hva du tenker eller gjør når du arbeider med noe knyttet til matematikk.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?
NTNU, Institutt for Lærerutdanning

Hvorfor får du spørsmål om å delta?
Du får spørsmål om å delta fordi du går på videregående skole.

Hva innebærer det for deg å delta?
Dersom du velger å delta i studien skal du svare på en spørreundersøkelse som vil bli brukt i en masteroppgave ved NTNU. Du er helt anonym i studien, og ingen vil kunne gjenkjenne deg.

Det er frivillig å delta
Det er helt frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke deg fra studien uten grunn.

Hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger
Opplysningene om deg er helt anonyme. Prosjektet skal etter planen avsluttes i mai 2020. Dersom du samtykker vil opplysningene lagres i NTNUs databaser når prosjektet er slutt slik at andre kan bruke datamaterialet.

Hvor kan jeg finne ut mer?
Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:
- NTNU, Institutt for Lærerutdanning ved Eivind Kaspersen [eivind.kaspersen@ntnu.no].
- Masterstudent Martha Vea [marthavea96@gmail.com].

Samtykkeerklæring
Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Matematisk identitet i videregående skole» og har fått anledning til å stille spørsmål.

Jeg samtykker til:
- ☐ å delta i spørreundersøkelsen.
- ☐ at svarene i spørreskjema lagres etter prosjektslutt hos NTNU, til senere forskningsprosjekter.

Med vennlig hilsen Martha Vea

	Aldri/ nesten aldri	Noen ganger	Ofte	Alltid/ nesten alltid	Vet ikke
1. Jeg har problemer med å legge fra meg matematiske oppgaver.					
2. Dersom jeg har glemt en formel/metode, prøver jeg å utlede den selv.					
3. Når jeg lærer en ny metode/algoritme, prøver jeg å finne ut hvorfor den virker.					
4. Hvis jeg prøver på en metode som ikke fører frem, bruker jeg tid på å finne ut hvorfor denne ikke virker.					
5. Hvis jeg står fast, prøver jeg å visualisere problemet.					
6. Jeg prøver å koble det jeg lærer opp mot det jeg vet fra før.					
7. Jeg fortsetter å prøve meg frem selv om jeg ikke får det til med en gang.					
8. Når jeg lærer noe nytt, stiller jeg meg selv egne spørsmål som jeg jobber med.					
9. Jeg tar initiativ til å lære mer om et matematisk emne enn skole/jobb legger opp til.					
10. Når jeg lærer en ny metode, prøver jeg å finne situasjoner hvor denne ikke virker.					
11. Når jeg jobber med et matematisk problem hopper jeg mellom ulike strategier.					
12. Når jeg lærer en ny matematisk metode, liker jeg å bli fortalt nøyaktig hva jeg skal gjøre.					
13. Jeg blir engasjert når noen starter en matematisk diskusjon.					
14. Når jeg jobber med en oppgave, stopper jeg opp underveis og reflekterer over hva jeg gjør.					
15. Når jeg kommer over et matematisk bevis/forklaring, studerer jeg det til det gir mening.					
16. Når jeg lærer en ny metode, bruker jeg tid på å se om jeg kan finne en bedre metode.					
17. Når jeg lærer noe nytt, fører det til at det er flere ting jeg ønsker å finne ut.					
18. Når jeg møter et matematisk problem, tenker jeg over om det finnes flere måter å løse oppgaven på.					
19. Jeg kan forklare hvorfor løsningen min er rett.					
20. Matematiske ideer jeg leser eller hører om setter meg på sporet av egne tankerekker.					
21. Matematikk er nyttig i hverdagen/ arbeidslivet.					

Kjønn: ____________________

Utdanningsprogram (linje): ____________________

Trinn: ____________________

Matematikk-fag (yrkesfag, p-matte, s-matte, r-matte eller t-matte): ____________________

Vedlegg 2:

Vil du delta i forskningsprosjektet «Matematisk identitet i videregående skole»?

Formål

Jeg er masterstudent ved NTNU, Institutt for Lærerutdanning, og jeg skal gjennomføre et forskningsprosjekt om matematisk identitet i videregående skole. Disse spørsmålene handler om hva du tenker eller gjør når du arbeider med noe knyttet til matematikk.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

NTNU, Institutt for Lærerutdanning

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du får spørsmål om å delta fordi du går på videregående skole.

Hva innebærer det for deg å delta?

Dersom du velger å delta i studien skal du svare på en spørreundersøkelse som vil bli brukt i en masteroppgave ved NTNU. Du er helt anonym i studien, og ingen vil kunne gjenkjenne deg.

Det er frivillig å delta

Det er helt frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke deg fra studien uten grunn.

Hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Opplysningene om deg er helt anonyme. Prosjektet skal etter planen avsluttes i mai 2020. Dersom du samtykker vil opplysningene lagres i NTNUs databaser når prosjektet er slutt slik at andre kan bruke datamaterialet.

Hvor kan jeg finne ut mer?

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

- NTNU, Institutt for Lærerutdanning ved Eivind Kaspersen [eivind.kaspersen@ntnu.no].
- Masterstudent Martha Vea [marthavea96@gmail.com].

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Matematisk identitet i videregående skole» og har fått anledning til å stille spørsmål.

Jeg samtykker til:

- ☐ å delta i spørreundersøkelsen.
- ☐ at svarene i spørreskjema lagres etter prosjektslutt hos NTNU, til senere forskningsprosjekter.

Med vennlig hilsen Martha Vea

	Aldri/ nesten aldri	Noen ganger	Ofte	Alltid/ nesten alltid	Vet ikke
1.Når jeg møter et matematisk problem, tenker jeg over om det finnes flere måter å løse oppgaven på.					
2. Når jeg lærer en ny metode, bruker jeg tid på å se om jeg kan finne en bedre metode.					
3. Hvis jeg prøver på en metode som ikke fører frem, bruker jeg tid på å finne ut hvorfor denne ikke virker.					
4. Når jeg lærer noe nytt, stiller jeg meg selv egne spørsmål som jeg jobber med.					
5. Når jeg lærer en ny metode/algoritme, prøver jeg å finne ut hvorfor den virker.					
6. Når jeg jobber med et matematisk problem hopper jeg mellom ulike strategier.					
7. Når jeg lærer en ny matematisk metode, liker jeg å bli fortalt nøyaktig hva jeg skal gjøre.					
8. Når jeg kommer over et matematisk bevis/forklaring, studerer jeg det til det gir mening.					
9.Jeg blir engasjert når noen starter en matematisk diskusjon.					
10. Dersom jeg har glemt en formel/metode, prøver jeg å utlede den selv.					
11. Jeg fortsetter å prøve meg frem selv om jeg ikke får det til med en gang.					
12. Matematiske ideer jeg leser eller hører om setter meg på sporet av egne tankerekker.					
13. Når jeg lærer en ny metode, prøver jeg å finne situasjoner hvor denne ikke virker.					
14. Jeg har problemer med å legge fra meg matematsike oppgaver.					
15. Jeg prøver å koble det jeg lærer opp mot det jeg vet fra før.					
16. Jeg kan forklare hvorfor løsningen min er rett.					
17. Hvis jeg står fast, prøver jeg å visualisere problemet.					
18. Jeg tar initiativ til å lære mer om et matematisk emne enn skole/jobb legger opp til.					
19. Når jeg jobber med en oppgave, stopper jeg opp underveis og reflekterer over hva jeg gjør.					
20. Når jeg lærer noe nytt, fører det til at det er flere ting jeg ønsker å finne ut.					
21. Matematikk er nyttig i hverdagen/ arbeidslivet.					

Kjønn: ____________________

Utdanningsprogram (linje): ____________________

Trinn: ____________________

Matematikk-fag (yrkesfag, p-matte, s-matte, r-matte eller t-matte): ____________________

Vedlegg 3:

Vil du delta i forskningsprosjektet «Matematisk identitet i videregående skole»?

Formål
Jeg er masterstudent ved NTNU, Institutt for Lærerutdanning, og jeg skal gjennomføre et forskningsprosjekt om matematisk identitet i videregående skole. Disse spørsmålene handler om hva du tenker eller gjør når du arbeider med noe knyttet til matematikk.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?
NTNU, Institutt for Lærerutdanning

Hvorfor får du spørsmål om å delta?
Du får spørsmål om å delta fordi du går på videregående skole.

Hva innebærer det for deg å delta?
Dersom du velger å delta i studien skal du svare på en spørreundersøkelse som vil bli brukt i en masteroppgave ved NTNU. Du er helt anonym i studien, og ingen vil kunne gjenkjenne deg.

Det er frivillig å delta
Det er helt frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke deg fra studien uten grunn.

Hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger
Opplysningene om deg er helt anonyme. Prosjektet skal etter planen avsluttes i mai 2020. Dersom du samtykker vil opplysningene lagres i NTNUs databaser når prosjektet er slutt slik at andre kan bruke datamaterialet.

Hvor kan jeg finne ut mer?
Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- NTNU, Institutt for Lærerutdanning ved Eivind Kaspersen [eivind.kaspersen@ntnu.no].
- Masterstudent Martha Vea [marthavea96@gmail.com].

Samtykkeerklæring
Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Matematisk identitet i videregående skole» og har fått anledning til å stille spørsmål.

Jeg samtykker til:

- ☐ å delta i spørreundersøkelsen.
- ☐ at svarene i spørreskjema lagres etter prosjektslutt hos NTNU, til senere forskningsprosjekter.

Med vennlig hilsen Martha Vea

	Aldri/ nesten aldri	Noen ganger	Ofte	Alltid/ nesten alltid	Vet ikke
1. Når jeg lærer en ny matematisk metode, liker jeg å bli fortalt nøyaktig hva jeg skal gjøre.					
2. Når jeg jobber med en oppgave, stopper jeg opp underveis og reflekterer over hva jeg gjør.					
3. Når jeg jobber med et matematisk problem, hopper jeg mellom ulike strategier.					
4. Når jeg lærer en ny metode/algoritme, prøver jeg å finne ut hvorfor den virker.					
5. Når jeg lærer noe nytt, fører det til at det er flere ting jeg ønsker å finne ut.					
6. Når jeg lærer en ny metode, prøver jeg å finne situasjoner hvor denne ikke virker.					
7. Jeg har problemer med å legge fra meg matematiske oppgaver.					
8. Jeg tar initiativ til å lære mer om et matematisk emne enn skole/jobb legger opp til.					
9. Når jeg møter et matematisk problem, tenker jeg over om det finnes flere måter å løse oppgaven på.					
10. Jeg prøver å koble det jeg lærer opp mot det jeg vet fra før.					
11. Jeg kan forklare hvorfor løsningen min er rett.					
12. Matematiske ideer jeg leser eller hører om setter meg på sporet av egne tankerekker.					
13. Dersom jeg har glemt en formel/metode, prøver jeg å utlede den selv.					
14. Når jeg lærer en ny metode, bruker jeg tid på å se om jeg kan finne en bedre metode.					
15. Jeg fortsetter å prøve meg fram selv om jeg ikke får det til med en gang.					
16. Jeg blir engasjert når noen starter en matematisk diskusjon.					
17. Når jeg kommer over et matematisk bevis/forklaring, studerer jeg det til det gir mening.					
18. Hvis jeg prøver på en metode som ikke fører fram, bruker jeg tid på å finne ut hvorfor denne ikke virker.					
19. Hvis jeg sitter fast, prøver jeg å visualisere problemet.					
20. Når jeg lærer noe nytt, stiller jeg meg selv egne spørsmål som jeg jobber med.					
21. Matematikk er nyttig i hverdagen/ arbeidslivet.					

Kjønn: ____________________

Utdanningsprogram (linje): ____________________

Trinn: ____________________

Matematikk-fag (yrkesfag, p-matte, s-matte, r-matte eller t-matte): ____________________

Vedlegg 4:

Vil du delta i forskningsprosjektet «Matematisk identitet i videregående skole»?

Formål
Jeg er masterstudent ved NTNU, Institutt for Lærerutdanning, og jeg skal gjennomføre et forskningsprosjekt om matematisk identitet i videregående skole. Disse spørsmålene handler om hva du tenker eller gjør når du arbeider med noe knyttet til matematikk.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?
NTNU, Institutt for Lærerutdanning

Hvorfor får du spørsmål om å delta?
Du får spørsmål om å delta fordi du går på videregående skole.

Hva innebærer det for deg å delta?
Dersom du velger å delta i studien skal du svare på en spørreundersøkelse som vil bli brukt i en masteroppgave ved NTNU. Du er helt anonym i studien, og ingen vil kunne gjenkjenne deg.

Det er frivillig å delta
Det er helt frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke deg fra studien uten grunn.

Hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger
Opplysningene om deg er helt anonyme. Prosjektet skal etter planen avsluttes i mai 2020. Dersom du samtykker vil opplysningene lagres i NTNUs databaser når prosjektet er slutt slik at andre kan bruke datamaterialet.

Hvor kan jeg finne ut mer?
Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- NTNU, Institutt for Lærerutdanning ved Eivind Kaspersen [eivind.kaspersen@ntnu.no].
- Masterstudent Martha Vea [marthavea96@gmail.com].

Samtykkeerklæring
Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Matematisk identitet i videregående skole» og har fått anledning til å stille spørsmål.

Jeg samtykker til:

- ☐ å delta i spørreundersøkelsen.
- ☐ at svarene i spørreskjema lagres etter prosjektslutt hos NTNU, til senere forskningsprosjekter.

Med vennlig hilsen Martha Vea

	Aldri/ nesten aldri	Noen ganger	Ofte	Alltid/ nesten alltid	Vet ikke
1. Når jeg lærer noe nytt, stiller jeg meg selv egne spørsmål som jeg jobber med.					
2. Jeg blir engasjert når noen starter en matematisk diskusjon.					
3. Når jeg jobber med et matematisk problem hopper jeg mellom ulike strategier.					
4. Når jeg lærer en ny metode, bruker jeg tid på å se om jeg kan finne en bedre metode.					
5. Hvis jeg prøver på en metode som ikke fører frem, bruker jeg tid på å finne ut hvorfor denne ikke virker.					
6. Matematiske ideer jeg leser eller hører om setter meg på sporet av egne tankerekker.					
7. Når jeg lærer en ny matematisk metode, liker jeg å bli fortalt nøyaktig hva jeg skal gjøre.					
8. Jeg kan forklare hvorfor løsningen min er rett.					
9. Når jeg møter et matematisk problem, tenker jeg over om det finnes flere måter å løse oppgaven på.					
10. Når jeg lærer en ny metode, prøver jeg å finne situasjoner hvor denne ikke virker.					
11. Jeg prøver å koble det jeg lærer opp mot det jeg vet fra før.					
12. Jeg fortsetter å prøve meg frem selv om jeg ikke får det til med en gang.					
13. Når jeg lærer en ny metode/algoritme, prøver jeg å finne ut hvorfor den virker.					
14. Når jeg lærer noe nytt, fører det til at det er flere ting jeg ønsker å finne ut.					
15. Jeg har problemer med å legge fra meg matematiske oppgaver.					
16. Dersom jeg har glemt en formel/metode, prøver jeg å utlede den selv.					
17. Når jeg jobber med en oppgave, stopper jeg opp underveis og reflekterer over hva jeg gjør.					
18. Jeg tar initiativ til å lære mer om et matematisk emne enn skole/jobb legger opp til.					
19. Hvis jeg står fast, prøver jeg å visualisere problemet.					
20. Når jeg kommer over et matematisk bevis/forklaring, studerer jeg det til det gir mening.					
21. Matematikk er nyttig i hverdagen/ arbeidslivet.					

Kjønn: ____________________

Utdanningsprogram (linje): ____________________

Trinn: ____________________

Matematikk-fag (yrkesfag, p-matte, s-matte, r-matte eller t-matte): ____________________

Kunnskap for en bedre verden