Norske elevers holdninger til arbeid med matematisk modellering

En kvantitativ studie av elever i videregående skole

Ingrid Skåtun Hannestad

Masteroppgave i matematikkdidaktikk – MAT399K

Matematisk institutt

Universitetet i Bergen

Juni 2024

Sammendrag

Matematisk modellering har gjennom de siste tiårene fått en viktig rolle i matematikkdidaktisk litteratur og i læreplaner, både nasjonalt og internasjonalt, men det er et gap mellom dette fokuset og faktisk bruk av undervisningsmetoden. Likevel er det forsket svært lite på modellering i norske klasserom og på elevers opplevelser av og erfaringer med arbeidsformen. Formålet med denne masteroppgaven var å utforske 1T- og 1P-elevers holdninger til matematisk modellering, samt undersøke eventuelle sammenhenger mellom disse holdningene og forestillinger om matematikk og opplevd nytteverdi av faget.

For å undersøke dette ble det vinteren 2024 gjennomført et modelleringsprosjekt i 1T- og 1P-klasser på ulike skoler i Bergensområdet. Prosjektet bestod av at elevene arbeidet med modelleringsoppgaver før de besvarte en spørreundersøkelse. Totalt deltok 141 elever. Besvarelsene på undersøkelsen danner grunnlaget for studiens datamateriale. Disse har blitt analysert ved hjelp av relevante statistiske tester. De åpne svarene i undersøkelsen ble delvis kategorisert ved hjelp av ChatGPT 4. Studien er en kombinasjon av ex post facto-undersøkelse og korrelasjonsundersøkelse.

Resultatene fra undersøkelsen indikerer at elever i 1T og 1P generelt har positive holdninger til matematisk modellering og til at denne typen arbeid blir inkludert i undervisningen. Samtidig opplever de modelleringsoppgaver som vanskelige og rapporterer om lite kjennskap til arbeidsformen. Videre antyder resultatene flere sammenhenger mellom elevenes forestillinger om matematikk, opplevd nytteverdi av matematikkfaget og holdninger til matematisk modellering. Elever som allerede har positive forestillinger om matematikk ser ut til å uttrykke større engasjement for modelleringsoppgaver. Studiens resultater tyder også på at elever som opplever matematikk som et nyttig fag på skolen og som nyttig for personlig fremtid, har mer positive holdninger til matematisk modellering sammenlignet med elever som har lavere forventninger til matematikkens nytte.

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på fem fine år på lektorutdanningen på Universitetet i Bergen. Det er vemodig. Jeg har både gledet meg til å bli ferdig som lektor og gruet meg til å avslutte denne delen av livet, som har gitt meg så utrolig mye.

Først og fremst vil jeg takke min veileder, Nils Henry Williams Rasmussen, for å ha vært en viktig støttespiller gjennom denne prosessen. Jeg setter svært stor pris på alle engasjerte møter, interessante faglige dialoger, gode innspill og raske tilbakemeldinger.

Videre vil jeg takke min kjære mor, for viktig hjelp og kloke tanker. Du er den tøffeste damen jeg vet om og mitt største forbilde. Jeg vil også takke min kjære Ludvik for inspirasjon, støtte og tålmodighet gjennom denne prosessen.

Videre vil jeg rette en stor takk til mine nærmeste studievenninner, Emma, Celine, Ingrid og Andrea, for fem fantastiske år sammen i Bergen. Takk for alle gøye minner vi har laget, og for vennskap som vil vare livet ut.

Innhold

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Matematisk modellering har de siste tiårene fått en mer sentral rolle innenfor den matematikkdidaktiske forskningen (Blum, 2015; Maaß, 2006). Både nasjonalt og internasjonalt ønsker man å øke bruken av modelleringsaktiviteter i undervisningen. I Norge har matematisk modellering vært en del av læreplanen de siste 30 årene, men fikk en enda større rolle med Kunnskapsløftet 2020. I LK20 står «modellering og anvendelser» som kjerneelement i alle læreplanene til de ulike matematikkfagene på grunnskolen og i videregående skole (Utdanningsdirektoratet, 2020).

Det finnes flere grunner til denne utviklingen. Ifølge Blomhøj (2003) kan arbeid med matematiske modeller og modellering blant annet øke motivasjonen hos elevene for matematikk fordi de lettere kan se hva faget brukes til. De matematiske modellene etablerer sammenhengen mellom matematikken og det virkelige liv, og modelleringsarbeid tilbyr en verdifull innsikt i dette forholdet. Matematikk og matematiske modeller spiller en fundamentalt viktig rolle i mange aspekter av det moderne samfunn og er dypt integrert i vår kultur, teknologi og i beslutninger som berører fellesskapet. Elevene må derfor utdannes til å forstå disse sammenhengende for å kunne delta som kritiske, politisk engasjerte borgere i den demokratiske debatten (Barbosa, 2006). Samfunnet trenger borgere som kan bruke kreativitet, innovasjon, kritisk tenking og problemløsning til å håndtere sammensatte oppgaver og utfordringer (NOU 2015: 8). Arbeid med matematisk modellering kan styrke disse ferdighetene.

I forskningslitteraturen råder det stor enighet om at arbeid med modellering er nyttig (Barbosa, 2006; Blum, 2015; Wess et al., 2021). Til tross for det økte fokuset på matematisk modellering i litteraturen og i læreplanene, opplever man et skille mellom den *tenkte* og den *faktiske* bruken av modellering i undervisningen. Internasjonal litteratur har vist at modellering har en langt mindre fremtredende rolle enn det man ønsker (Blum & Ferri, 2009). I Lid Berget sin doktoravhandling fra 2023 om matematisk modellering i den norske videregående skolen, beskriver hun et gap mellom hvordan matematisk modellering fremstilles i forskning og undervisningsdebatter på den ene siden og hvordan matematisk modellering blir arbeidet med i klasserommet på den andre siden (Berget, 2023).

I Danmark har man sett utfordringer med implementeringen av matematisk modellering i undervisningen (Jankvist & Niss, 2020). Man fant at et betydelig antall elever hadde problemer med å akseptere eller forstå modelleringsoppgaver som ser ut til å bryte med den didaktiske kontrakten i dansk videregåendeskolematematikk (Jankvist & Niss, 2020). Det vil si at oppgavene ikke lignet på oppgaver de var vant til å gjøre fra før, eller at elevene ikke anså oppgavene som matematikkoppgaver.

I Sverige så man at videregåendeskoleelever uttrykte en generell negativ holdning til å arbeide med matematisk modellering – elevene opplevde modelleringsoppgavene de fikk som vanskelige og uttrykte ingen glede eller engasjement i å arbeide med dem (Frejd & Ärlebäck, 2011). De opplevde heller ikke at oppgavene var spesielt interessante eller at de ønsket å arbeide mer med denne typen oppgaver på videregående skole. Man fant også at bare 22,5 % av elevene hadde hørt om matematisk modellering gjennom tiden sin på videregående skole, til tross for fokuset på modellering i den svenske læreplanen. Frejd og Ärlebäck (2011) trekker fram dette som en mulig forklaring på de negative holdningene. De understreker dessuten at slike negative holdninger kan representere et hinder for implementeringen av matematisk modellering i undervisningen.

Flere studier viser også til en tydelig sammenheng mellom forestillingene elever har om matematikk på generelt grunnlag og forholdet deres til og håndteringen av modelleringsarbeid (Callejo & Vila, 2009; Maaß, 2005). De matematiske forestillingene blir pekt på som en av de viktigste barrierene for implementeringen av matematisk modellering i undervisningen (Maaß, 2005). I Sør-Afrika fant man en positiv sammenheng mellom elevenes matematiske forestillinger og hvordan de løste ikke-rutineoppgaver, noe som kunne indikere at utvikling av positive forestillinger om matematikk kunne forbedre deres tilnærminger til problemløsning og vice versa (Chirove et al., 2022).

Man vet også at forestillinger om matematikk som nyttig kan føre til forbedret prestasjon og økt interesse i faget (Canning & Harackiewicz, 2015; Hulleman et al., 2010). Utfordringen består imidlertid i å overbevise elevene om matematikkens praktiske og relevante verdi. Mange elever opplever bare matematikken som nyttig for matematikkundervisningen og eksamen, og avviser matematikkens relevans for hverdagslivet deres eller fremtiden utenfor skolen (Boaler, 2001; Dobie, 2019; Onion, 2004). Flere forskere finner imidlertid at modelleringsarbeid kan øke opplevelsen av at matematikk er nyttig (Boaler, 2001; Kaiser & Schwarz, 2010; Maaß, 2005).

Selv om matematisk modellering har vist seg å fungere som et nyttig verktøy for samtlige aspekter ved elevenes matematiske forestillinger og ferdigheter, viser erfaringer at det fortsatt er store utfordringer med å integrere denne arbeidsmåten i undervisningen. Skillet mellom den ideelle og faktiske bruken av matematisk modellering kan tyde på at det er et behov for en dypere forståelse av situasjonen. Hvilke holdninger og erfaringer *norske* elever har når det gjelder modelleringsarbeid i videregående skole, vet vi lite om. Til tross for et økt fokus på modellering i den norske læreplanen, er det ikke gjort noe utdypende forsking på hva som faktisk blir undervist av matematisk modellering i norske klasserom (Berget, 2023).

I takt med modelleringens mer fremtredende plass i læreplanen (LK20) øker behovet for innsikt i norske elevers opplevelser og erfaringer med denne undervisningsmetoden. Da er det ikke bare interessant å undersøke elevers holdninger til modellering, men også deres generelle forestillinger om matematikk og opplevelsen av fagets relevans og nytteverdi. Disse aspektene er som tidligere nevnt tett knyttet sammen og kan ha stor innflytelse på elevers engasjement og prestasjoner i matematikk. Forståelsen av disse sammenhengene er avgjørende for å kunne implementere matematisk modellering i norske klasserom på en effektiv måte. Med bakgrunn i dette fremkommer det et behov for forskning på feltet.

1.2 Formål og forskningsspørsmål

Formålet med denne studien er å utforske elevers holdninger til matematisk modellering, samt undersøke eventuelle sammenhenger mellom disse holdningene og forestillinger om matematikk og opplevd nytteverdi i faget. Ut ifra dette har jeg formulert følgende overordnede problemstilling:

Hvordan opplever norske elever i 1T og 1P matematisk modellering?

Med begrepet opplevelse referer jeg til innholdet av en persons subjektive erfaring som kan komme av ytre sansepåvirkning, emosjonell tilstand, tankeprosesser og motivasjon (Teigen, 2020). Opplevelse er alle former for affekt. For å vurdere dette, har jeg sett nærmere på tre forskningsspørsmål, som alle tar for seg ulike aspekter som kan bidra til å besvare problemstillingen. Det første forskningsspørsmålet jeg har sett på, er:

i) Hvilke holdninger har elever i 1T og 1P til modelleringsoppgaver?

Dette spørsmålet er inkludert for å gi innsikt i hvordan elever opplever matematisk modellering som en del av matematikkfaget. Spørsmålet er sentralt fordi elevers holdninger ofte påvirker deres motivasjon for læring, engasjement i klasserommet og deres akademiske prestasjoner. Ved å forstå elevenes holdninger til modellering kan man identifisere drivere og barrierer for implementeringen av matematisk modellering i undervisningen. For å undersøke disse holdningene er det også nødvendig å avdekke graden av kjennskap elevene har til matematisk modellering fra før. Å skille mellom 1T- og 1P-elever i studien er valgt for å utforske om elevgrupper som har valgt ulike matematikkfag, har forskjellige opplevelser av matematisk modellering eller sitter med forskjellige forestillinger relatert til faget. Det andre forskningsspørsmålet jeg har valgt, er formulert på følgende måte:

ii) I hvilken grad er det en sammenheng mellom forestillinger om matematikk og holdninger til matematisk modellering for elever i 1.vgs?

Med dette forskningsspørsmålet ønsker jeg å undersøke elevers forestillinger om matematikk og eventuelle sammenhenger som finnes mellom disse forestillingene og deres holdninger til modellering. Disse sammenhengene kan potensielt skape hindre eller muligheter for implementeringen av matematisk modellering i skolen. Det tredje og siste spørsmålet som er valgt, er:

iii) *I hvilken grad er det en sammenheng mellom opplevd nytteverdi av matematikk og holdninger til matematisk modellering for elever i 1.vgs?*

At mange elever har forestillinger om at matematikk er lite nyttig utenfor skolen, er vist å være en gjennomgående utfordring (Boaler, 2001; Dobie, 2019; Onion, 2004). Dette forskningsspørsmålet inkluderer undersøkelsen av elevers opplevde nytteverdi av matematikk og eventuelle sammenhenger med deres holdninger til modelleringsoppgaver. Dette er relevant fordi elevers generelle syn på matematikkens relevans og anvendbarhet kan påvirke deres engasjement og motivasjon for å delta i modelleringsaktiviteter. Spørsmålet kan bidra til innsikt i norske elevers opplevde nytteverdi av matematikk og potensielle muligheter som modelleringsarbeid kan åpne opp for.

For å besvare forskningsspørsmålene har jeg benyttet en kvantitativ metode for å samle inn data. Innsamlingen foregikk i 1T- og 1P-klasser ved videregående skoler i Bergen, hvor elevene arbeidet med modelleringsoppgaver og deltok i en spørreundersøkelse via et digitalt spørreskjema. Datagrunnlaget omfatter 136 besvarelser fra syv ulike klasser (136/141 fullførte). Disse besvarelsene er analysert med kvantitative analysemetoder for å kunne svare på forskningsspørsmålene.

1.3 Oppgavens oppbygning

I kapittel 2 vil jeg gå nærmere inn på forskningen som finnes på feltet, samt det teoretiske rammeverket som legger grunnlaget for utviklingen av spørreskjemaet. Sentrale begreper og konstruktene som studeres blir også beskrevet. Videre i kapittel 3 presenteres studiens metode og de ulike valgene som er tatt i forbindelse med forskningsstrategi, utvalget, utviklingen av prosjektet og spørreundersøkelsen, samt en gjennomgang av analysemetodene som er brukt. I tillegg vurderes studiens validitet og reliabilitet, og studiens ivaretakelse av deltakernes personvern og forskningsetiske prinsipper. I kapittel 4 presenteres resultatene fra analysen. Videre brukes kapittel 5 til å drøfte disse resultatene i lys av forskningsspørsmålene, samtidig som de vurderes opp mot tidligere relevant forskning på feltet. I dette kapittelet diskuteres også pedagogiske implikasjoner og videre forskning. Avslutningsvis legges studiens konklusjon fram i kapittel 6.

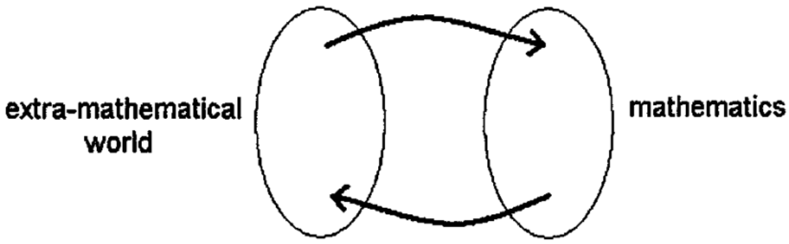
2 Tidligere forskning og teoretisk rammeverk

2.1 Hva er matematisk modellering?

Matematisk modellering har fått en større rolle i forskningslitteraturen og i nasjonale og internasjonale læreplaner, men vi ser utfordringer med implementeringen av arbeidet i matematikkundervisningen. Hvordan matematisk modellering omtales i læreplanen, hvordan det oppfattes av lærere, hvordan det fremstilles i lærebøkene og hvordan det beskrives i forskningslitteraturen er i liten grad konsistent (Berget, 2023). Det kan se ut til at det finnes svært ulike oppfatninger av hva som ligger i begrepene *matematisk modell* og *matematisk modellering*. Jeg vil nå presentere hvordan forskningslitteraturen definerer matematiske modeller og matematisk modellering. Det er denne forståelsen av matematisk modellering jeg bruker videre i oppgaven.

Til tross for noen variasjoner i formelle formuleringer, er kjernen av definisjonene av matematisk modellering i forskningslitteraturen den samme – det handler om å knytte virkelige situasjoner til matematikken (Blum, 2015; Haines & Crouch, 2007; Maaß, 2006; Wess & Greefrath, 2019). Matematiske konsepter og teknikker anvendes for å representere, analysere og løse reelle problemer. Blum et al. (2007) skiller mellom begrepene matematisk modell og matematisk modellering. En matematisk modell består av et «ekstra-matematisk» domene, D, et matematisk domene, M, og en forbindelse fra det ene domenet til det andre (Blum et al., 2007). Begrepet ekstra-matematisk brukes om den delen av den virkelige verden man interesserer seg for i den situasjonen man betrakter (Blum et al., 2007). I en modelleringskontekst er du opptatt av den informasjonen som er relevant for problemet eller utfordringen du står overfor. Skal du for eksempel regne ut antallet billetter du kan selge på en konsert, så ligger gjerne fokuset på arealet av konsertområdet eller om publikum skal sitte eller stå. Du tar ikke hensyn til hvilken farge det er på taket, selv om den i like stor grad er en del av den virkelige verden som gulvarealet i konserthallen.

I en *matematisk modell* må derfor relevante relasjoner, objekter, fenomener, antakelser og spørsmål i det ekstra-matematiske domenet, D, identifiseres og velges ut for formålet til modellen og situasjonen (Blum et al., 2007). Videre «oversettes» de til relasjoner, objekter, fenomener, antakelser og spørsmål med hensyn til det matematiske domenet M. Det er i dette domenet de matematiske utregningene og slutningene tas, før man igjen oversetter de matematiske resultatene tilbake til domenet D. Her vil man trekke en konklusjon for det ekstra-matematiske domenet D. Gjennom validering og evaluering av modellen kan denne syklusen gjentas helt til man har kommet fram til en ønsket konklusjon i lys av formålet til den konstruerte modellen (Blum et al., 2007).

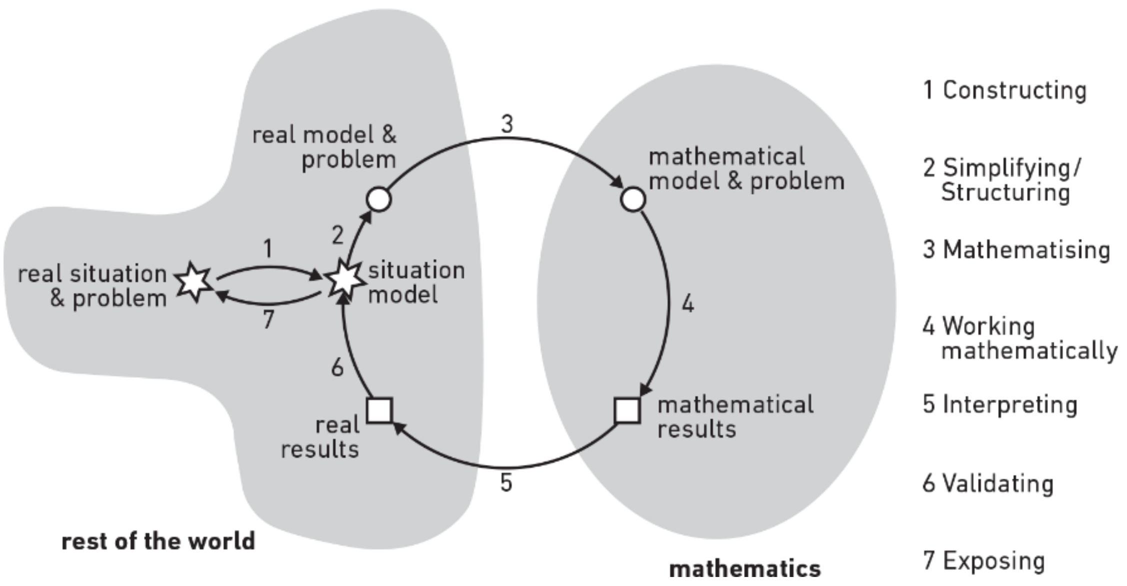


Figur 1.1 Matematikk og resten av verden (Blum et al., 2007)

Matematisk modellering referer til hele prosessen og alt som er involvert i den – fra struktureringen av D, bestemmelsen av et passende matematisk domene M og en egnet oversettelse fra D til M, til å arbeide matematisk innenfor M, evaluere og tolke konklusjonene med hensyn til D og repetere syklusen flere ganger om det er nødvendig eller ønskelig (Blum et al., 2007). Det finnes flere perspektiver på matematisk modellering, men felles for alle er at det handler om sammenhengen mellom to verdener - den matematiske og den virkelige. Formålet med å lage og utvikle modeller er å forstå og takle problemer i et segment av den virkelige verden (Blum et al., 2007).

Modellering og anvendelser brukes gjerne som et bredere begrep for matematisk modellering (Blum, 2015). Da adresseres både *produktet* og *prosessen* i samspillet mellom virkeligheten og matematikken. Utdanningsdirektoratet bruker også «modellering og anvendelser» når de omtaler matematisk modellering i kjerneelementene til læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2020).

Matematisk modellering er ikke bare et mål om å komme seg fra A til B. Det kan beskrives som en dynamisk prosess der man beveger seg mellom domenene for å gjøre tilpasninger og justeringer slik at modellen blir best mulig. Man utvikler og anvender en modell, samler inn resultater fra den virkelige verden og validerer dataene slik at den kan videreutvikles. Felles for mye forskning på matematisk modellering i matematikkundervisning, uavhengig av hvilket perspektiv på modellering som brukes, er en generell beskrivelse av modelleringsprosessen som en modelleringssyklus (Ärlebäck, 2009). En modelleringssyklus viser skjematisk hvordan modelleringsprosessen forbinder det matematiske domenet og det virkelige domenet. Avhengig av målet og fokuset til det som undersøkes kan ulike modelleringssykluser se noe forskjellig ut og fremheve ulike aspekter ved modelleringsprosessen. Et eksempel på en modelleringssyklus er Werner Blum sitt 7-stegsskjema, vist i figur 1.2 (Blum & Leiss, 2006).



Figur 1.2 Blum sitt 7-stegsskjema (Blum & Leiss, 2006)

Evnen til å utføre de ulike stegene i modelleringsprosessen i en gitt kontekst, som det å forstå og forenkle den reelle situasjonen eller tolke de matematiske resultatene i lys av den ekte situasjonen, er det vi kaller modelleringskompetanse (Blomhøj, 2003; Blum et al., 2007).

2.2 Gap mellom teori og praksis

Ifølge Berget (2023) finner vi svært få oppgaver i de norske lærebøkene som krever at elevene gjennomgår alle stegene i modelleringssyklusen for å løse dem. De fleste oppgavene kan løses ved å følge en gitt prosedyre der ett korrekt svar er presentert i en egen del av boken. Lærebøkene fokuserer til en viss grad på modellering og presenterer det enkelte ganger i form av egne kapitler, men kjernen i det som formidles som matematisk modellering skiller seg fra det vi ser i litteraturen. Berget (2023) mener matematisk modellering i lærebøker kommuniseres som utførelsen av regresjonsanalyse i Geogebra fra et gitt datasett, der man bruker den matematiske funksjonen til å besvare hverdagsrelaterte spørsmål. Dette kan tyde på at lærebøkene i liten grad tilrettelegger for modelleringsaktiviteter.

Man ser også en manglende kompetanse hos lærere innenfor undervisning med matematisk modellering (Blum, 2015). I Berget (2023) sin avhandling kom det fram at norske lærere ikke hadde blitt presentert for matematisk modellering gjennom sin utdanning og bare var kjent med begrepet fra læreplanen og lærebøkene. Blum (2015) hevder manglende undervisningskompetanse på feltet er den største barrieren for implementering av matematisk modellering i undervisningen.

Gjennomgående i internasjonal forskning identifiseres det et gap mellom undervisningsdebatten og klasseromspraksisen. Hovedårsaken til dette gapet forklares ofte med at undervisning med modellering og anvendelser er vanskelig, både for lærere og elever (Blum & Ferri, 2009; Burkhardt, 2006; Ikeda, 2007). For elevene er matematisk modellering en kognitivt utfordrende aktivitet siden flere kompetanser involveres, også ikke-matematiske (Blum, 2015). Konstruering av modeller, forenkling og validering av resultatet trekkes fram som mulige kognitive barrierer i elevarbeidet. Allerede i første steg av modelleringsprosessen, der en skal «forstå situasjonen og konstruere en mental modell», stanser elever opp. Oppgavene de vanligvis får er gjerne gjenkjennbare og ligner på noe de har gjort før. Mange har derfor lært seg til at de kan klare seg helt fint uten å forstå og uten å lese oppgaveteksten nøye.

2.3 Forskning på elevers holdninger til modellering

Det er gjennomført flere studier som undersøker elevers erfaringer og opplevelser med modellering, spesielt med fokus på hindre og snublesteiner underveis i modelleringsaktiviteter (Frejd & Ärlebäck, 2011; Jankvist & Niss, 2020; Kaiser & Schwarz, 2010; Stillman et al., 2013). Resultater knyttet til holdningene er noe varierende. Det kan se ut til at det er en sammenheng mellom holdningene og erfaringene elevene har med modellering fra før.

Frejd og Ärlebäck (2011) undersøkte svenske videregåendeskoleelevers modelleringskompetanse, samt mulige faktorer som kunne påvirke elevenes matematiske kompetanse, som holdninger til modellering, tidligere erfaringer, sist tatte matematikkfag, klasse og kjønn. 381 elever fra 2.vgs deltok i en modelleringstest etterfulgt av en spørreundersøkelse. Datainnsamlingen viste at bare 22,5 % av elevene hadde hørt om eller brukt matematisk modellering i skolen. Fra spørsmål som omhandlet elevenes holdninger til modellering, viste resultatene en generell negativ tendens når det gjaldt å arbeide med matematisk modellering slik det var presentert i testen de gjennomførte; generelt opplevde elevene oppgavene som svært vanskelige og uttrykte ingen begeistring eller glede i å takle dem. I tillegg uttrykte de hverken at de syntes at oppgavene var spesielt interessante eller at de ønsket å arbeide oftere med lignende oppgaver i matematikktimene (Frejd & Ärlebäck, 2011). Likevel anerkjente elevene til en viss grad verdien av å bruke matematikk for å løse oppgavene som var gitt, i tillegg til å anerkjenne at spørsmålene som var stilt var gode og relevante med hensyn på matematikken i klasserommet. Frejd og Ärlebäck (2011) mener at en forklaring på disse resultatene, kan være at mange av elevene ikke hadde arbeidet med lignende oppgaver før. Spesielt mener de at slike elevholdninger kan representere et hinder for å implementere modellering på videregåendeskolenivå.

Jankvist og Niss (2020) har også undersøkt videregåendeskoleelevers modelleringskompetanse, med fokus på snublesteiner underveis i modelleringsprosessen. Studien er basert på 315 danske videregåendeelevers svar på seks modelleringsoppgaver, og legger vekt på den tidlige fasen i modelleringssyklusen. Resultatene viste at mange elever hadde problemer med å akseptere og å forstå oppgaven, som så ut til å bryte med den *didaktiske kontrakten* i dansk videregåendeskolematematikk. Dette begrepet referer til en slags uformell *kontrakt* mellom lærer og elev basert på normer i klasserommet (Winsløw, 2006). Begge parter har gjensidige forpliktelser og forventninger til interaksjoner i den didaktiske læringssituasjonen som bygges gjennom undervisningen. Når elevene opplever at læreren introduserer oppgaver som er ukjente eller skiller seg fra det de vanligvis ville forventet, kan dette føre til motstand. Denne motstanden kan beskrives som et brudd på den didaktiske kontrakten (Norén & Thornberg, 2016). For de danske elevene innebar bruddet at oppgavene ikke lignet på oppgaver de var vant til å gjøre fra før, eller at elevene ikke anså oppgavene som matematikkoppgaver. I likhet med den svenske studien ser vi at mange elever ikke har spesielt mye erfaring med modelleringsoppgaver, noe som tilsynelatende kan virke som et hinder for motivasjon og engasjement rundt modelleringsaktiviteter.

Den tidlige fasen av modelleringsprosessen, der man skal trekke ut den riktige eller relevante informasjonen fra den virkelige situasjonen, er ofte utfordrende for elevene. Det ser vi både fra de svenske og danske resultatene (Frejd & Ärlebäck, 2011; Jankvist & Niss, 2020). Jankvist og Niss (2020) påpeker at det i større grad enn fra tidligere forskning er tydelig at *pre-matematiseringen*, der elevene skal forenkle situasjonen og hente ut den viktigste informasjonen, utgjør et avgjørende hinder for å lykkes med modellering.

Begge studiene viser at manglende erfaring med matematisk modellering, spesielt i de tidlige fasene av modelleringsprosessen, kan være en betydelig hindring for elevers holdninger, motivasjon og suksess i modelleringsaktiviteter. Begge studiene understreker også betydningen av å adressere disse hindringene for å effektivt implementere matematisk modellering i videregående skoler. Felles for de to studiene er at både modelleringsoppgavene og spørreundersøkelsen ble gjennomført i løpet av en vanlig undervisningsøkt. Tidsrammene for arbeidet med oppgavene var 20-25 minutter (Jankvist & Niss, 2020) og 60-90 minutter (Frejd & Ärlebäck, 2011). Det er imidlertid også gjort studier som skiller seg fra disse «test»-konstruerte prosjektene, der elevene arbeider med modellering over lenger tid.

Kaiser og Schwarz (2010) beskriver for eksempel en studie gjort på 350 tyske videregåendeskoleelever, som undersøker elevenes opplevelser av autentiske modelleringsoppgaver gjennom en hel uke med modelleringsarbeid. Et mål med prosjektet var at de deltakende elevene skulle utvikle tilstrekkelig modelleringskompetanse til å kunne arbeide selvstendig med modelleringsoppgaver. Dette innebar at de skulle evne å trekke ut de matematiske spørsmålene som kom fra den gitte problemkonteksten, i tillegg til å utvikle løsninger autonomt. Forfatterne beskriver at et overordnet mål var at elevenes forestillinger om matematikk og deres matematiske verdenssyn eller tro skulle utvides (Kaiser & Schwarz, 2010). Resultatene viste at flere elever hadde lært nye strategier i møte med problemløsningsoppgaver og hadde utviklet en bedre forståelse av ulike tilnærminger til et problem som ved første øyekast fremstod som uklar. I tillegg nevnte flere at de hadde forbedret evnen til å arbeide selvstendig og at de syntes det var enklere å strukturere og forenkle et problem. På spørsmål om læringsutbytte fra modelleringseksemplene, svarte 71 % av elevene positivt, mens 12 % ikke opplevde læringsutbytte.

På grunn av de positive resultatene beskrevet over, er det interessant at så mye som 28 % av elevene ikke ønsket å inkludere mer av denne typen modelleringseksempler i undervisningen (62 % ønsket slike oppgaver, 10 % hadde ikke noe mening) (Kaiser & Schwarz, 2010). Noen av begrunnelsene var at elevene anså modelleringseksemplene som «ikke interessante», «ikke relevante», «for vanskelige» eller «upresise», men først og fremst var tidsproblem den mest signifikante årsaken til de negative svarene. Kaiser og Schwarz (2010) understreker at dette belyser tidspresset som videregåendeskoleelever ofte opplever. På samme måte ser vi at mange lærere også opplever tidspress som et hinder for gjennomføring av modelleringsaktiviteter (Ferri & Blum, 2013; Hock, 2008).

Flertallet (62 %) i Kaiser og Schwarz (2010) sin studie var likevel positive til inkluderingen av modelleringseksempler i undervisningen. Eksemplenes relasjon til den virkelige verden var den hyppigste begrunnelsen. Flere mente at modelleringseksemplene gjorde det mulig å se viktigheten av matematikk i den virkelige verden og i hverdagslivet, og ville gjøre det mulig å etablere en tydeligere sammenheng mellom det virkelige livet og det man lærer på skolen (Kaiser & Schwarz, 2010). Motivasjon var også trukket frem som begrunnelse. Mens resultatene fra studiene beskrevet av Frejd og Ärlebäck (2011) og Jankvist og Niss (2020) viste en generell negativ holdning til matematisk modellering, ser vi at respondentene i den tyske studien i større grad hadde en positiv tilnærming (Kaiser & Schwarz, 2010). Mens de svenske og danske undersøkelsene bare testet en større elevgruppes kompetanser og holdninger, tilrettela den tyske studien for modelleringsarbeid over lenger tid, der elevene skulle bli kjent med arbeidsmetoden under oppfølging før de svarte på spørreundersøkelsen. Dette kan være forklaringer på resultatene.

Elevene som var med i den tyske undersøkelsen hadde valgt et avansert nivå innenfor matematikk. I 2008 var det 17,5 % som hadde valgt avansert matematikk. Dette betyr at elevgruppen til en viss grad er avgrenset, men Kaiser og Schwarz (2010) understreker at de ikke representerer en spesielt begavet gruppe elever, og at de fortsatt reflekterer nesten en femtedel av aldersgruppen. I den svenske og den danske studien bestod utvalget derimot av elever som hadde valgt ulike matematikkfag. I den svenske elevstudien, viste det seg at både matematikkarakteren til eleven og det sist tatte matematikkfaget hadde en signifikant effekt på modelleringskompetansen og at interessen for modelleringsoppgavene korrelerte med valgt matematikkfag.

2.4 Forskning på elevers forestillinger om matematikk og opplevde nytteverdi

Maaß (2005) trekker fram de matematiske forestillingene elevene har som en av de viktigste barrierene for implementeringen av modelleringsarbeid i matematikkundervisningen. Hun peker på at elevenes håndtering av modelleringsoppgaver i størst grad er påvirket av deres matematiske forestillinger. I tillegg understreker hun at elevenes matematiske forestillinger har stor innflytelse på tilegnelsen av modelleringskompetanse. Dette er fordi holdningene deres til modellering og matematikk, som henger tett sammen forestillingene de har om matematikk, i kombinasjon med deres modelleringskompetanse og generelle matematikkompetanse, styrer modelleringsatferden.

Andre studier viser en kompleks sammenheng mellom elevers tilnærminger til problemløsningsoppgaver og deres matematiske forestillinger (Callejo & Vila, 2009). I en sørafrikansk studie gjort på 625 videregåendeskoleelever utforsket man sammenhengen mellom elevers matematiske forestillinger og deres løsningsstrategier på ikke-rutineoppgaver (Chirove et al., 2022). Her fant man en positiv sammenheng mellom systemer av forestillinger og strategier for å håndtere problemløsningsoppgaver. Dette kunne bety at hvis elevene utviklet positive matematiske systemer av forestillinger, kunne deres tilnærminger til problemløsning relativt sett forbedres og vice versa.

Forestillinger om matematikk som nyttig er en viktig faktor i elevenes motivasjon for faget. Forskning viser en positiv sammenheng mellom opplevd nytteverdi og akademiske prestasjoner (Bong, 2001; Hulleman et al., 2010). Man har faktisk funnet ut at elevenes opplevde nytteverdi i større grad enn deres interesseverdi kan forutsi deres prestasjoner i faget (Bong, 2001). For mange elever er opplevd nytteverdi en viktig faktor for å øke motivasjonen til å arbeide. «Hvorfor lærer vi dette?», eller «når får vi bruk for dette?» er spørsmål du gjerne hører i matematikklasserom. I følge Dobie (2019) har lærere en tendens til å respondere på disse spørsmålene med at matematikken er nyttig i jobber, hverdagslige aktiviteter og fremtidige matematikkfag. Likevel mangler disse svarene en forståelse av hva «nyttig» betyr for elevene. En forståelse av *elevenes* nytteoppfatning er essensielt for at *de* skal oppleve matematikken som nyttig. Som Dobie (2019) fremhever, er det derfor viktig å utforske hvordan vi kan hjelpe elever til å se på matematikken som nyttig. Ved å ta læringserfaringer, personlige verdier og kulturelle forskjeller blant elever i betraktning, er det sannsynlig at hva som oppleves som nyttig ikke er likt for alle.

I en undersøkelse av elevers syn på viktigheten og nyttigheten av matematikk, fant Onion (2004) et svært tydelig fokus blant elever på den ytre verdien av matematikkvalifikasjoner, slik som viktigheten av gode karakterer for å komme inn på videre utdanning og for å sikre seg ettertraktede jobber. I studien var det en overrepresentasjon av høyt presterende elever. Som Onion (2004) poengterer kunne man derfor forventet at resultatene ville gitt et skjønnmalt bilde av matematikk som følge av utvalgets skjevhet, men det var ikke dette hun fant. Flere elever fortalte at de opplevde matematikk som kjedelig og vanskelig. Mange trakk fram at de mente pensumet var for stort og at det var alt for mye som skulle læres i faget. Her ser vi likheter med resultatene fra Kaiser og Schwarz (2010), som klargjorde at tidspresset elevene rapporterte at de opplevede i skolen var hovedårsaken til de negative svarene med hensyn til modelleringseksemplene.

Stort sett opplevde elevene som Onion (2004) studerte at matematikken de lærte på skolen var nyttig i matematikkundervisningen og for eksamen, men klarte ikke å se relevansen den utgjorde i det daglige eller i det fremtidige livet utenfor skolen. Etter oppfordring om å tenke bredere på nyttigheten av matematikk var det stor enighet blant elevene om at grunnleggende matematikk er nyttig i dagliglivet. Likevel skilte de fleste mellom den grunnleggende matematikken som potensielt kan være nyttig i hverdagen og den matematikken de lærte for å oppnå studiekompetanse. I diskusjonen om den dagligdagse nytten av matematikk var penger og shopping gjennomgående temaer, i tillegg til skatt, lån og kredittkort. Dette harmonerer i stor grad med funn presentert av Dobie (2019). Likevel var det ikke pekt på noe kobling til den matematikken de lærte i undervisningen på skolen. Noen avviste også viktigheten av regneferdigheter på grunn av tilgjengeligheten på kalkulatorer og datamaskiner. Svært mange svarte at de heller ikke trodde de ville få bruk for matematikk i sine fremtidige karrierer. Generelt sett så Onion (2004) at elevenes tanker om hvorvidt matematikk kom til å være nyttig for deres fremtidige karriere, i stor grad avhengte av hvilken skole de gikk på, framfor hvilket yrke de var interesserte i. Hun understreker at dette viktige funnet kan tyde på at forestillingen om matematikk som nyttig i stor grad er basert på veiledningen elevene får fra læreren framfor direkte kjennskap eller kunnskap til bruken av matematikk i voksnes arbeidsliv. Det kom tydelig fram at mange av elevene ønsket å vite mer om anvendelsen av matematikk.

Undervisningens avgjørende rolle for elevenes opplevde nytteverdi av matematikk, ser man også i andre studier. I en omfattende studie fra England sammenlignet man 300 elever fra to skoler med svært ulike undervisningstilnærminger (Boaler, 2001). Alle elevene hadde fulgt den samme undervisningsformen som 11- og 12-åringer før de skilte matematiske veier. Gjennom en treårig studie undersøkte Boaler (2001) over 100 en-timers-økter, intervjuet elever og lærere, gjorde spørreundersøkelser, ga ut og samlet inn tester, samt analyserte svar på den nasjonale eksamen som de aller fleste 16-åringer tar.

Den ene elevgruppen begynte på skolen kalt Amber Hill (Boaler, 2001). På denne skolen fulgte man en tradisjonell undervisningsform, der matematikk ble lært gjennom lærebøker med korte, lukkede spørsmål. Undervisningstimene begynte med teori i form av demonstrasjon av metoder og teknikker, etterfulgt av elevarbeid der de jobbet seg gjennom boken. De var delt inn i arbeidsgrupper etter nivå. Den andre elevgruppen begynte på skolen kalt Phoenix Park, som anvendte en undervisningsform som stod i sterk kontrast med Amber Hill sin. De fokuserte på å lære matematikk gjennom åpne prosjekter de selv hadde designet. Skolens filosofi var at elevene skulle møte situasjoner der de behøvde å bruke og anvende matematiske metoder. Om de befant seg i en situasjon der de hadde behov for en metode de ikke var kjent med fra før, så ville lærerne lære dem det i konteksten av prosjektene de arbeidet med. Elevgruppene var nivåblandet og atmosfæren i timene var mer «avslappet» og mindre formell sammenlignet med Amber Hill sine.

Resultatene viste effekten av de ulike matematiske tilnærmingene over tre år. Man så at elevene på Phoenix Park utviklet mer fleksible former for kunnskap som var nyttig i en rekke ulike situasjoner, *inkludert* eksamensspørsmål som gikk på begrepsforståelse og autentiske oppgaver (Boaler, 2001). De overgikk klart elevene fra Amber Hill på den nasjonale eksamen, til tross for at elevenes prestasjoner tre år tidligere (før delingen) hadde vært like. Spesielt interessant er det at eksamen skilte seg fra det elevene fra Phoenix Park var kjent med fra undervisningen, men at de likevel presterte bedre enn elevene på Amber Hill som i større grad hadde arbeidet med eksamensrettede oppgaver.

Elevene utviklet også svært ulike syn på og forestillinger om matematikk (Boaler, 2001). I likhet med studien til Onion (2004) kom det fram at elevene på Amber Hill mente at matematikken de lærte på skolen var helt forskjellig fra hverdagsmatematikken og at de aldri kom til å få bruk for metodene de lærte på skolen. De tenkte at skolematematikken var nyttig nøyaktig ett sted; i klasserommet. ¾ av elevene på Phoenix Park opplevde derimot at det ikke var noe forskjell på matematikken i klasserommet og i det virkelige livet. I jobb- og hverdagssituasjoner tenkte de på matematikken de lærte på skolen og mente derfor at de fikk bruk for den.

Boaler (2001) påpeker at studien viser hvordan elevene fra skolen med den tradisjonelle undervisningsmetoden ikke lærte like mye matematikk som den andre elevgruppen og at de ikke hadde samme dybdeforståelse, noe som førte til at de også presterte dårligere i samtlige situasjoner. Han understreker likevel at elevene på Amber Hill ble svært dyktige til å reprodusere prosedyrer de hadde lært fra læreboken, men at de ikke fikk nytte av denne ferdigheten utenfor klasserommet.

For at elever skal lære mest mulig og for at de skal betrakte matematikk som nyttig ser vi at det er avgjørende med en undervisningsform som fokuserer på anvendelse av det man lærer. I følge Maaß (2005) kan integreringen av modelleringseksempler i undervisningen føre til at flere elever utvikler en anvendelsesrelatert forestilling om matematikk. I tillegg poengterer hun at modelleringseksempler er godt egnet for flere nivåer, fordi oppgavenes åpenhet muliggjør løsninger på svært ulike nivå. Resultatene fra en studie presentert av Maaß (2005) viste at elevene ofte valgte enklere eller vanskeligere modelleringsmetoder etter hvilket nivå de lå på. På grunn av den tydelige sammenhengen mellom modelleringsprosessen og virkelige situasjoner mener hun at matematikk blir mer nyttig og interessant ved å benytte seg av modelleringsarbeid. Dessuten blir matematikken mer forståelig, spesielt for elever på lavere nivå, så lenge deres matematiske forestillinger ikke representerer barrierer for modelleringsundervisning. For å hindre slike barrierer og for å utvikle positive forestillinger om matematikk er det nødvendig å integrere modelleringsarbeid på et tidlig stadium i utdanningen (Maaß, 2005).

I lys av denne teoretiske gjennomgangen synes det klart at matematisk modellering representerer en bro mellom teoretisk matematikk og dens praktiske anvendelse i hverdagen og i virkelige situasjoner. Det har blitt understreket hvordan matematisk modellering ikke bare kan berike elevers forståelse av matematikk, men også øke deres engasjement ved å gjøre faget mer relevant og anvendbart. Imidlertid ser vi en rekke utfordringer med integreringen av modellering i skolen og et gap mellom forskning og praksis, både nasjonalt og internasjonalt. Årsakene til dette er sammensatte og komplekse. Vi ser blant annet at holdningene elevene har til modelleringsaktiviteter, deres generelle forestillinger om matematikk og deres opplevde nytteverdi i faget henger tett sammen og er avgjørende for modelleringens suksess i undervisningen. Vi vet lite om norske elevers opplevelse av og forhold til modellering. Følgelig eksisterer det et behov for forskning på feltet.

2.2 Holdninger, forestillinger og verdier

For å oppsummere og forklare menneskelig oppførsel bruker forskere *konstrukt.* Konstrukt kan tenkes på som en merkelapp for et domene av atferd. De er abstraksjoner som ikke kan observeres direkte, men er nyttige som verktøy for å tolke empirisk data (Ary et al., 2010). Konstruktene som står sentralt i denne studien er *holdninger*, *forestillinger* og *verdier*. Jeg vil først se hvordan litteraturen definerer disse konstruktene, før jeg presenterer arbeidsdefinisjoner som referer til mine tolkninger av begrepene gjennom oppgaven.

Aiken (2002) beskriver konstruktene holdninger, verdier og forestillinger som noe flytende men likevel svært nyttige innenfor psykologi og sosiologi. Alle representerer fundamentale psykologiske prosesser ved en persons opplevelse av noe. De er ikke bare ansvarlige for individets kognitive, affektive og atferdsmessige respons på deres omgivelser, men de former også aktivt individets oppfatninger og atferd. På denne måten bidrar de til å skape nettopp det miljøet individet ønsker eller antar eksisterer (Aiken, 2002, s. 2).

2.2.1 Holdninger

I likhet med mange andre psykologiske og sosiologiske konstrukt, har betydningen av begrepet *holdning* til en viss grad variert fra forsker til forsker. Ved å kombinere en rekke definisjoner kommer Aiken (2002) fram til et syn på holdninger som lærte kognitive, affektive og atferdsmessige forutsetninger for å respondere positivt eller negativt til gitte objekter, situasjoner, konsepter eller personer. Holdninger kan ikke observeres direkte, men blir utledet fra en persons oppførsel. Han trekker også fram holdninger som noe individuelt og dermed noe som reflekterer eller relaterer til en persons egenskaper.

Di Martino og Zan (2014) forklarer *holdning* innen matematikkdidaktikken som et flerdimensjonalt konstrukt som integrerer følelser, forestillinger og atferd i forhold til matematikk. De beskriver holdninger som en viktig faktor som påvirker hvordan individer nærmer seg og engasjerer seg i matematikk, både i læringskontekster og i bredere sosiale og personlige sammenhenger. Konstruktet holdning blir sett på som et middel for å forstå det komplekse samspillet mellom individets affektive (følelsesmessige) reaksjoner, deres forestilling om matematikk og deres atferd eller handlinger relatert til faget.

Ved å anerkjenne holdning som et flerdimensjonalt konstrukt, understreker forfatterne viktigheten av å vurdere og forstå de ulike aspektene som bidrar til individers holdninger til matematikk. Dette inkluderer emosjonell disposisjon (for eksempel om de liker eller misliker matematikk), deres syn på matematikk (for eksempel om de ser på matematikk som nyttig, interessant eller meningsfullt) og opplevd kompetanse (hvordan de vurderer sin egen evne til å forstå og utføre matematikk).

I følge Aiken (2002) er positive følelser for matematikk relatert til suksess i faget, men fungerer ikke som en garanti for det. Holdninger og prestasjoner i matematikk er som i mange andre fag gjensidig relatert – positive holdninger kan føre til at eleven blir mer motivert til å legge ned innsats i faget, noe som igjen kan resultere i bedre karakterer og andre gevinster som gode følelser knyttet til faget og en større interesse til å fortsette med det videre.

Philipp (2007) beskriver holdninger som vår måte å tenke, føle og handle på, som gjenspeiler våre personlige meninger eller ståsteder. De endrer seg mer gradvis enn våre umiddelbare følelser, men raskere enn forestillingene vi har om noe og plasseres et sted mellom det følelsesmessige og det kognitive spekteret.

Arbeidsdefinisjon - holdninger

I denne oppgaven vil holdninger være definert som vår lærte måte å tenke, føle og handle på i forhold til ulike objekter, situasjoner eller personer. De omfatter kognitive, affektive og atferdsmessige aspekter og spiller dermed en viktig rolle for hvordan individene engasjerer seg i matematiske kontekster. De endrer seg saktere enn følelser, men fortere enn forestillinger.

2.2.2 Forestillinger

Til tross for en bred enighet om at forestillinger spiller en svært viktig rolle innenfor læring i matematikk, er forskning på elevers matematikkrelaterte forestillinger relativt ny (Leder, 2015). Begrepet *forestillinger* er svært komplekst og man ser en manglende konsistens i konseptualiseringen av begrepet i det matematiske forskningsfeltet (Diego-Mantecón et al., 2019).

Når vi betrakter forestillinger, forklarer Philipp (2007) det som at vi dykker dypere inn i vår psykologiske konstruksjon bestående av det vi antar å være sant om verden rundt oss. Disse er våre psykologiske forankrede forståelser som påvirker vår oppfatning av og interaksjon med omverdenen. *Forestillinger* er mer stabile og dypere rotfestet sammenlignet med *holdninger*, noe som gjør dem vanskeligere å endre. Når disse forestillingene samler seg rundt bestemte temaer eller ideer, danner de det vi kaller systemer av forestillinger (Philipp, 2007). Disse systemene strukturerer våre forestillinger i hierarkier eller nettverk som assosieres med tre aspekter: (a) forestillinger er primære eller avledede; (b) forestillinger er sentrale eller perifere; (c) og forestillinger eksisterer aldri isolert, men kan tenkes på som eksisterende i klynger. Denne organiseringen påvirker hvordan ny informasjon blir tolket og integrert, og bidrar til å forme våre mer omfattende verdenssyn (Philipp, 2007). Chirove et al. (2022) forklarer det samme som at et individs forestillinger ikke eksisterer isolert fra hverandre, men i en klynge, som sammen utgjør deres systemer av forestillinger (eng: «belief system»).

Pehkonen og Törner (1995) mener at et individs matematiske forestillinger er sammensatt av personens subjektive, erfaringsbaserte, implisitte kunnskap om matematikk og dens undervisning og læring. De forklarer i likhet med Chirove et al. (2022) og Philipp (2007), at forestillinger eksisterer i komplekse systemer og understreker at disse er tett relaterte med individets kunnskapssystem.

Relasjonen sammenligner de med en bunt spagetti – hvis du forsøker å betrakte et aspekt for seg (du tar vekk en bit av spagettibunten) så vil nesten alt følge etter.

Aiken (2002, s. 6) beskriver forestillinger som mindre sikkert enn kunnskap, men mer sikkert enn holdninger. Han fremhever også at forestillinger er vanskeligere å endre på og man er mindre klar over forestillingene enn det man er over holdningene eller meningene sine. I relasjon til matematikk har man i forskningen sett på hvordan elevenes forestillinger påvirker deres tilnærming til matematikk og til og med kan avgjøre hvordan de engasjerer seg i matematikkundervisning og problemløsing (Skott, 2015).

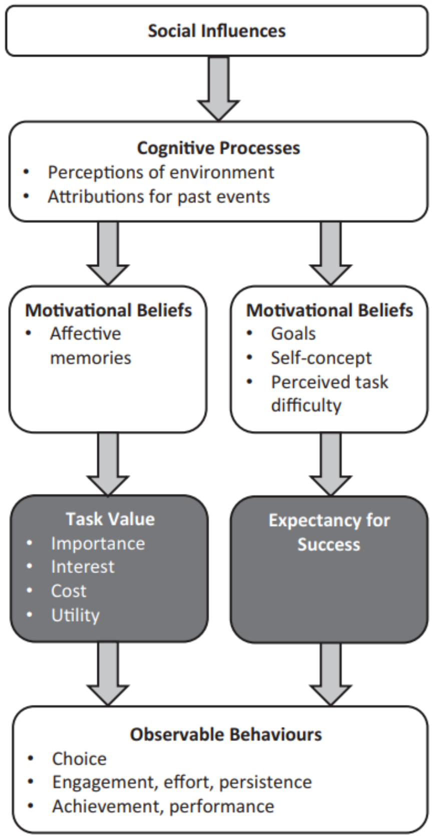
Arbeidsdefinisjon - forestillinger

I denne oppgaven vil forestillinger referere til dypt forankrede psykologiske strukturer som er et resultat av våre opplevelser av og interaksjoner med omgivelsene og verden rundt oss. Disse stabile og langvarige oppfatningene påvirker hvordan vi handler. Forestillingene vi har sier noe om hvordan vi tenker på matematikk og hvordan vi lærer matematikk. De er et resultat av erfaringene vi har med matematikkfaget og er vanskeligere å endre enn holdningene våre.

2.2.3 Verdier og nytteverdi

Verdi handler om den iboende betydningen eller viktigheten vi tillegger noe, basert på våre dypeste forestillinger og moral (Philipp, 2007). Verdier er grunnleggende for vår identitet og våre handlinger, og representerer det vi anser som ønskelig eller verdifullt. I motsetning til forestillinger, som gjerne operer innenfor en sann/usann dikotomi, assosieres verdier ofte med en ønskelig/ikke-ønskelig dikotomi og er mindre bundet av den spesifikke konteksten sammenlignet med forestillinger. For noen vil for eksempel forestillingen om at matematikk er *gøy*, være viktig dersom personen verdsetter denne kvaliteten og generelt søker det som er gøy i livet. For en annen, som verdsetter *nyttighet* høyt, vil denne kvaliteten i større grad ligge til grunn for personen sine valg enn det egenskapen gøy vil gjøre. Eksempelet illustrer hvordan forestillinger og verdier kan skilles fra hverandre, der forestillinger vil være en sann/usann dikotomi om et konstrukt, mens valget av det bestemte konstruktet i større grad representerer personens kontekst-avhengige verdi som han eller hun opplever som ønskelig/ikke-ønskelig (Philipp, 2007).

I andre tilnærminger blir verdier ansett som underkategorier av forestillinger (Philipp, 2007). Verdier blir beskrevet av forskere som vedvarende forestillinger, forestillinger i aksjon eller flere bidrag av forestillinger som sammen utgjør en verdi. I likhet med holdninger kan verdier anses som karakteristikker av en gruppe individer. Begge fungerer som motivasjon for kollektiv eller individuell oppførsel relatert til sosiale og personlige variabler (Aiken, 2002, s. 5). I tillegg til å beskrive verdi med eksemplene rettferdighet, frihet og ærlighet, forklarer Aiken (2002) at verdi i en mer formell forstand kan defineres som viktigheten, nyttigheten eller verdien relatert til en bestemt aktivitet eller et objekt.



Figur 1.3 Forenklet versjon av forventningsverdi-modellen (Cook & Artino Jr, 2016)

Nytteverdi i utdanningssammenheng blir beskrevet av Eccles (1983) som den oppfattede nytten som en oppgave har relatert til personen sine fremtidige mål. Denne verdien kan for eksempel påvirke hvor motivert en person er til å engasjere seg i en aktivitet, basert på om den opplever aktiviteten som direkte relevant eller gunstig for deres liv eller fremtidige ambisjoner.

I matematikken har vi sett at den opplevde nytteverdien spiller en viktig rolle for innsats og prestasjoner i faget (Canning & Harackiewicz, 2015; Hulleman et al., 2010). For å forstå sammenhengen mellom forestillinger og verdier relatert til en person sine prestasjonsfremmende valg i utdanningssammenheng, utviklet Eccles (1983) forventningsverdi-modellen.

I følge Hulleman et al. (2010) er denne modellen et godt teoretisk rammeverk for å forstå rollen til den oppfattede verdien i prestasjonssammenhenger. Som figuren viser (se figur 1.3), er det en direkte sammenheng mellom forventet suksess og subjektiv oppgaveverdi, og oppnåelses-relaterte valg og prestasjoner. Med andre ord kan det å betrakte en oppgave som verdifull eller forvente at man selv vil mestre den, forutsi prestasjon, utholdenhet, innsats og engasjement (Dobie, 2019). Eccles (1983) beskriver fire komponenter innenfor oppgaveverdi: interesseverdien (i hvilken grad oppleves oppgaven som gøy og interessant), viktighetsverdien (hvor viktig det er at personen gjør det bra på oppgaven), relativ kostnad (negative effekter ved å engasjere seg i en oppgave) og nytteverdien (relevansen en oppgave har for personlige mål og andre aspekter i livet) (Wigfield & Eccles, 2002).

Arbeidsdefinisjon – verdi og nytteverdi

I denne oppgaven refererer verdi til den grunnleggende betydningen eller viktigheten vi tillegger noe, basert på våre dypeste overbevisninger og moral. Opplevd nytteverdi uttrykker elevenes oppfattede, praktiske eller fremtidige nytte som de opplever i sammenheng med matematikkfaget eller matematiske aktiviteter. Den opplevde nytteverdien henger tett sammen med elevens motivasjon og engasjement i faget, ved å påvirke hvor verdifull en elev oppfatter en aktivitet i forhold til sine egne framtidsutsikter eller ambisjoner.

3 Metode

For å besvare forskningsspørsmålene benyttet jeg meg av kvantitativ metode for innsamling og analyse av data rundt elevers holdninger, forestillinger og opplevde nytteverdi. Kapittelet gir en grundig beskrivelse av sentrale forskningsmetodiske valg.

3.1 Forskningsdesign og forskningsstrategi

Visse forskningsspørsmål krever visse forskningstilnærminger. I kvantitativ forskning identifiseres et forskningsspørsmål basert på trender innenfor et felt eller basert på et behov for å forklare hvorfor noe skjer (Creswell, 2012, s. 13). For å potensielt kunne generalisere resultatene og for å kunne svare på forskningsspørsmålene i studien var det dermed naturlig å velge en kvantitativ tilnærming til datainnsamlingen og analysen.

3.1.1 Kvantitativ metode

For å kunne forske på konstruktene holdninger, forestillinger og opplevd nytteverdi, benyttet jeg meg av spørsmål som har vært brukt i andre studier (Dobie, 2019; Frejd & Ärlebäck, 2011; Kaiser & Schwarz, 2010). Dette resulterte i en spørreundersøkelse bestående av åpne og lukkede spørsmål. Et skille mellom kvalitativ og kvantitativ metode i samfunnsfaglig forskning går ofte mellom bruken av lukkede spørsmål og svar (kvantitativ) og åpne spørsmål og svar (kvalitative intervju-spørsmål) (Creswell & Creswell, 2018). Selv om jeg også hadde åpne spørsmål i undersøkelsen er studien av kvantitativt design, ettersom alle de åpne svarene ble redusert til kategorier slik at de kunne brukes i kvantitative analyser.

3.1.2 Klassifisering av undersøkelse

Innenfor kvantitativ metode finnes det en rekke ulike forskningsdesign. Disse referer til de spesifikke prosedyrene som er involvert i forskningsprosessen: datainnsamlingen, dataanalysen og rapporteringen (Creswell, 2012, s. 20). Et viktig skille finner vi mellom *eksperimentelle* og *ikke-eksperimentelle forskningsdesign*. Eksperimentelle forskningsprosedyrer innebærer å undersøke om f.eks. en aktivitet eller et tiltak fører til forskjellige resultater for de ulike deltakerne i undersøkelsen (Creswell, 2012). Påvirkningen måles ved å bare utføre handlingen på deler av gruppen og deretter undersøke virkningen den eventuelt utgjorde. Man studerer effekten av en systematisk manipulasjon av en eller flere variabler på en annen variabel (Ary et al., 2010, s. 26). Variabler er karakteristikker som gir ulike verdier på tvers av personer eller ting. De avhengige variablene er de som kan observeres og måles. Et eksempel kan være karakterer i matematikkfaget, med verdiene 1 til 6. Uavhengige variabler er de som kan manipuleres og påvirke en eller flere variabler. Det kan for eksempel være tilbud om leksehjelp til en gruppe elever. Man kan da for eksempel undersøke hvilken effekt leksehjelpen (den uavhengige variabelen) har på karakteren i faget (den avhengige variabelen). Sagt på en annen måte, er den avhengige variabelen den vi antar blir påvirket av noe annet, mens den uavhengige variabelen er den som vi tror påvirker (Fekjær, 2016, s. 17).

I *ikke-eksperimentelle* forskningsdesign er hovedfokuset på sammenhengen mellom variabler og det utføres ingen manipulasjon av uavhengige variabler (Creswell, 2012). Det blir altså ikke gjort noe forsøk på endring eller påvirkning. Bruker vi samme eksempel som i sted, kunne en ikke-eksperimentell undersøkelse gått ut på å studere sammenhengen mellom karakteren de ulike elevene hadde i matematikk og foreldrenes inntekt. Her ville man ikke forsøkt å påvirke variablene, men undersøkt om det fantes noen sammenhenger mellom dem.

Denne undersøkelsen faller derfor inn under ikke-eksperimentelt forskningsdesign, fordi det ikke ble gjort noe manipulasjon av uavhengige variabler. Det ble derimot undersøkt hvilke relasjoner som eventuelt allerede eksisterte mellom de ulike variablene, både gjennom ex post facto-undersøkelse og korrelasjonsundersøkelse.

3.1.3 Ex post facto-undersøkelse

Ettersom undersøkelsen ser på forskjellene mellom 1T- og 1P-elever, en allerede ordnet gruppe elever, kan den klassifiseres som en *ex post facto*-undersøkelse. Direkte oversatt betyr det «etter det faktum» og viser til hva som allerede har skjedd (Cohen et al., 2011, s. 303). Innenfor utdanningsforskning refererer det til studiene som undersøker mulige årsak-virkningssammenhenger gjennom gransking av allerede eksisterende forhold. Forskningsmetoden nøster opp i mulige forutsetninger for hendelser som har skjedd og kan derfor ikke kontrolleres, konstrueres eller manipuleres av forskeren. Metoden egner seg til å undersøke to grupper som er relativt like og som har de samme erfaringene, med unntak av ett forhold (i dette tilfellet om de har valgt 1P eller 1T). Effekten av denne tilstandsforskjellen på den avhengige variabelen, for eksempel holdninger til modellering, blir da vurdert (Cohen et al., 2011). Ettersom det ikke utføres en manipulasjon eller kontroll av uavhengige variabler må man være forsiktig når man trekker konklusjoner basert på observerte sammenhenger (Ary et al., 2010; Cohen et al., 2011). I følge Cohen et al. (2011) kan slutningene i ex post facto-undersøkelser bare være tentative.

Ary et al. (2010) kategoriserer ex post facto-undersøkelser videre i to undertyper: proaktive og retroaktive. Som følge av at denne undersøkelsen tar utgangspunktet i eksisterende uavhengige variabler (1P eller 1T), havner den inn under kategorien proaktivt forskningsdesign.

Det finnes flere svakheter ved ex post facto-undersøkelse, som forskerens manglende kontroll ved at man ikke kan manipulere uavhengige variabler (Cohen et al., 2011). I tillegg kan man ikke vite om det er en enkelt faktor som er årsaken til et resultat. Ulike utfall kan også være resultater av forskjellige årsaker i forskjellige kontekster og sammenhengen mellom to faktorer etablerer ikke årsak og virkning. Cohen et al. (2011) peker likevel på viktigheten av ex post facto-undersøkelser, spesielt i samfunns- og utdanningssammenhenger, der den uavhengige variabelen ligger utenfor forskerens kontroll og strengt eksperimentell forskning dermed vil være vanskelig å gjennomføre. Dessuten understreker de at metoden kan gi verdifull informasjon om fenomeners natur og dermed være et nyttig utforskende verktøy. Metoden kan peke ut retninger for videre forskning og fungere som en verdifull kilde til hypoteser som senere danner inspirasjonsgrunnlag for grundigere eksperimentelle undersøkelser (Cohen et al., 2011, s. 309). Følgelig vil det være naturlig å diskutere mulige årsakssammenhenger for de signifikante verdiene fra analysen i diskusjonsdelen. Dette kan gi orienterende bidrag for videre forskning.

3.1.4 Korrelasjonsundersøkelse

Under ikke-eksperimentelle forskningsdesign finner vi også korrelasjonsundersøkelse. I et korrelasjonsdesign måles graden av assosiasjon (eller relasjon) mellom to eller flere variabler ved bruk av den statistiske prosedyren for korrelasjonsanalyse (Creswell, 2012, s. 21). Korrelasjon innebærer å se i hvilken grad to variabler varierer direkte (positiv korrelasjon) eller omvendt (negativ korrelasjon) (Ary et al., 2010). Dette uttrykkes numerisk som *korrelasjonskoeffisienten*, som kan variere fra -1 til +1. Koeffisienten indikerer retningen og størrelsen på relasjonen mellom variablene – -1 og +1 betyr svært høy korrelasjon mens tall nær 0 indikerer ingen korrelasjon (Gay et al., 2009, s. 9).

For å svare på forskningsspørsmålene var det naturlig å inkludere korrelasjonsundersøkelse. I tillegg til å undersøke forskjeller mellom 1T og 1P, ønsket jeg å utforske sammenhenger mellom ulike variabler, for eksempel mellom holdnings- og forestillingsvariabler. I stedet for å fokusere på gruppeinndelinger som i en ex post facto-undersøkelse, var det nødvendig å undersøke tendenser som kunne avsløre likheter eller forskjeller i respondentenes svarmønster. Det er korrelasjonsundersøkelser godt egnet til å gjøre.

Creswell (2012, s. 340) deler korrelasjonsdesign inn i to kategorier: *forklarende* og *predikerende* design. Førstnevnte går ut på å forklare assosiasjonen mellom eller blant variabler, der forskeren er interessert i hvilken grad to eller flere variabler korrelerer. Man ser med andre ord på hvordan endringer i én variabel vil reflektere i endringer i en annen variabel. I predikerende design ønsker man å identifisere variabler som kan predikere eller anta et utfall. Denne undersøkelsen forsøker ikke å forutsi et kommende utfall eller resultat og havner derfor inn under kategorien forklarende korrelasjonsundersøkelse.

Gay et al. (2009) poengterer viktigheten av å anerkjenne at funn i korrelasjonsstudier ikke bør tolkes som bevis for en årsakssammenheng mellom to variabler. En positiv korrelasjon mellom to variabler, for eksempel mellom en elevs indre motivasjon og elevens matematikkarakter, impliserer *ikke* at indre motivasjon fører til god karakter eller at god karakter fører til indre motivasjon. Korrelasjonen indikerer bare at elever med høy grad av indremotivasjon har en *tendens* til å ha høyere karakter og at elever med lavere indre motivasjon har en tendens til å ha lavere karakter. Vi kan ikke konkludere med at den ene variabelen er årsaken til den andre (Gay et al., 2009, s. 10).

3.1.5 Klassifisering oppsummert

Undersøkelsen benytter et kvantitativt ikke-eksperimentelt forskningsdesign. Videre havner undersøkelsen inn under en kombinasjon av en proaktiv ex post facto-undersøkelse og en forklarende korrelasjonsundersøkelse.

Ary et al. (2010) trekker fram at både ex post facto-undersøkelse og korrelasjonsundersøkelse studerer sammenhengen mellom variabler, men skiller seg hovedsakelig fra hverandre ved at førstnevnte deler deltakerne inn i minst to grupper, mens sistnevnte forsker på én gruppe individer. For å kunne besvare de ulike forskningsspørsmålene, havner undersøkelsen derfor inn under begge kategoriene og kan anses som en kombinasjon av korrelasjonsundersøkelse og ex post facto-undersøkelse.

Ettersom undersøkelsen studerer forhold på ett bestemt tidspunkt, kan den også klassifiseres som en *tverrsnittsundersøkelse* (Ary et al., 2010, s. 377). Cohen et al. (2011) forklarer det som at man tar et øyeblikksbilde eller «snapshot» av en populasjon på et bestemt tidspunkt. Dette skiller seg fra longitudinell undersøkelse, som samler inn data flere ganger over lengre tid og dermed kan måle utviklingen hos respondentene innenfor en større tidsperiode. Ideelt sett ville longitudinelt eksperiment vært foretrukket framfor tverrsnittsundersøkelse, for å kunne peke på kausale sammenhenger.

Det ville også vært foretrukket å bruke et ekte eksperimentelt forskningsdesign fordi det gir de sterkeste resultatene blant de kvantitative tilnærmingene (Gay et al., 2009, s. 11). En slik undersøkelse ville derimot ikke latt seg gjøre innenfor masteroppgavens omfang. Dessuten ble undersøkelsen utført i overensstemmelse med metodene anvendt i de tilsvarende internasjonale studiene som var brukt som utgangspunkt for denne forskningen. Selv om det finnes flere svakheter ved ex post facto-undersøkelse og korrelasjonsundersøkelse, så kan metodene som tidligere nevnt være med på å danne et grunnlag for videre forskning på feltet.

3.2 Utvalgsstrategi

En essensiell del av vitenskapelige forskningsmetoder er generaliseringsprosessen der man utnytter observasjoner av enkelttilfeller til en bredere anvendelse på en større gruppe – vi går fra én del til helheten (Ary et al., 2010). Den observerte mindre gruppen betegnes som *utvalg* (eng: «sample»), mens *populasjonen* referer til den større gruppen som utvalget utgjør en del av, og hvilken man tilstreber å utføre generaliseringer for. Utvalgsmetoden, også kalt *sampling* (fra engelsk), er prosessen der man undersøker et utvalg av enheter i den populasjonen som statistikken skal fortelle noe om (Bjørnstad, 2023). Det finnes mange ulike utvalgsmetoder.

3.2.1 Bekvemmelighetsutvalg

Denne undersøkelsen havner inn under kategorien *bekvemmelighetsutvalg*, på engelsk «convenience sampling», en av de såkalte ikke-sannsynlighetsutvalgene (Creswell, 2012, s. 145). Her samler forskeren inn data fra frivillige respondenter som er villige til å bli undersøkt og som er tilgjengelige. Denne sampling-metoden betraktes som svak fordi forskeren ikke kan garantere at individene er representative for populasjonen. Creswell (2012) understreker likevel at utvalget kan gi verdifull informasjon for å besvare spørsmål og hypoteser.

Den optimale utvalgsstrategien for undersøkelsen ville vært vanlig randomisert sampling (eng: «simple random sampling»), der alle individene i en populasjon har lik og uavhengig sjanse for å bli en del av det tilfeldige utvalget (Ary et al., 2010, s. 150). Selv om slik sannsynlighetssampling er ideelt, vil det ikke alltid være tilgjengelig for forskeren eller være mulig å gjennomføre i praksis, spesielt innenfor utdanningsforskning (Ary et al., 2010, s. 156). Dette var tilfellet for meg. Rammene for oppgaven gjorde det nødvendig å gjøre forenklinger i datasamlingsprosessen.

3.2.2 Rekruttering av klasser til datainnsamling

For å sikre et mest mulig tilfeldig utvalg av elever innenfor de eksisterende begrensningene for utvalgsmetoden, ble det lagt vekt på å samle data fra et bredt spekter av skoler og klasser. Utvalget omfattet klasser fra fire forskjellige skoler, hvorav to av dem var private og to av dem var offentlige.

Alle tilhørte Bergensområdet, men det var visse geografiske forskjeller mellom skolene. Totalt deltok syv matematikklasser ledet av seks ulike lærere. En av lærerne hadde ansvar for to av klassene som ble inkludert i studien, én 1T-klasse og én 1P-klasse. Utvalget bestod av tre 1T-klasser og fire 1P-klasser.

I prosessen for å finne deltakere til datainnsamlingen tok jeg direkte kontakt med lærere jeg allerede var kjent med, hovedsakelig av praktiske årsaker. Gjennom dem kom jeg også i kontakt med andre lærere som var åpne for at jeg samlet inn data fra deres klasser. Selv om rekrutteringen av klasser gjennom mitt eget nettverk førte til at utvalget ikke var tilfeldig, hadde jeg ingen formening om lærernes forhold til modellering eller deres undervisningspraksis hva gjelder modelleringsarbeid i forkant av undersøkelsen. Lærerne representerte også et bredt spekter av alder og fartstider innenfor matematikkfaget. Mangfoldet blant lærere og skoler i utvalget gir grunnlag for å hevde at elevene som deltok i prosjektet til en viss grad utgjorde et relativt *variert* utvalg, selv om utvalgsmetoden begrenser utvalget til å være ikke-tilfeldig. Alle elevene fra 1P- og 1T-klassene hadde også nylig fullført 10. klasse på ungdomsskolen og burde derfor ha et relativt likt faglig grunnlag, med unntak av matematikken de hadde vært gjennom på høsten frem til tidspunktet for gjennomføringen av datainnsamlingen.

3.2.3. Utvalgsstørrelse

For å sikre størst mulig grad av tilfeldighet i utvalget er det viktig at det er stort nok. Generelt sett er det foretrukket at utvalget er så stort som mulig – jo større jo bedre (Creswell, 2012, s. 146). Ved å øke utvalgets størrelse vil man minske den potensielle feilen ved at utvalget avviker fra populasjonen. Følgelig ønsket jeg å rekruttere så mange deltakere som mulig. Den ferdige undersøkelsen ble besvart av 141 respondenter, hvorav 136 gjennomførte og dermed ble en del av det endelige utvalget.

3.3 Prosjektets oppbygging

For å kunne undersøke forskningsspørsmålene og for å samle inn data fra så mange elever som mulig var det naturlig å benytte spørreskjema som utgangspunkt for datainnsamlingen. Som det er vist i Berget (2023) sin doktoravhandling og fra internasjonale studier så eksisterer det et gap mellom teori og praksis når det gjelder matematisk modellering i undervisningen. Følgelig er det derfor rimelig å anta at mange av de norske elevene ikke vet hva modellering er. For å sikre at elevene visste hva de svarte på i spørreundersøkelsen var det derfor nødvendig at de fikk en introduksjon til matematisk modellering. Jeg ønsket derfor at de skulle arbeide med noen utvalgte modelleringsoppgaver før de svarte på et spørreskjema, slik de også hadde gjort i den svenske og i den danske forskningen (Frejd & Ärlebäck, 2011; Jankvist & Niss, 2020). Oppgavene skulle altså ikke være en del av datainnsamlingen, men fungere som et hjelpemiddel for at elevene skulle kunne svare på undersøkelsen. Ettersom prosjektet dermed ble mer omfattende enn å bare svare på et spørreskjema, anså jeg det som nødvendig at jeg var fysisk til stede under datainnsamlingen. På denne måten ville jeg få bedre kontroll over hvordan modelleringsarbeidet og spørreundersøkelsen foregikk.

Innsamlingen i de ulike klassene var satt av til omtrent 60 minutter. Jeg introduserte først meg selv og prosjektet, før jeg lot dem arbeide med modelleringsoppgavene individuelt i 30 minutter. Jeg var opptatt av de skulle jobbe individuelt for å potensielt kjenne på usikkerheten man ofte møter på i modelleringsoppgaver. Jeg understrekte at det ikke var en prøve, at jeg ikke skulle bruke besvarelsene deres på modelleringsoppgavene og at de ikke trengte å skrive navn på arkene. Svarene skulle samles inn til læreren. Etter arbeidet fikk elevene 30 minutter til å svare på spørreundersøkelsen. Som jeg også nevnte for dem innledningsvis, poengterte jeg på dette tidspunktet at det var frivillig å delta og at det var 100 % anonymt. Dette ble det også informert om i starten av spørreskjemaet.

3.3.1 Valg av oppgaver til prosjektet

Ved utvelgelsen av modelleringsoppgaver var det viktig å sikre at disse oppgavene tydelig falt innenfor definisjonen av hva en modelleringsoppgave er. Hvordan det defineres kan i stor grad variere avhengig av skolen og forskningskonteksten (Wess et al., 2021). Likevel trekkes de ulike stegene i modelleringssyklusen fram som kriterier for å være en modelleringsoppgave. I tillegg er det tydelig at åpenheten til en oppgave, i form av at den gir rom for flere tilnærminger og løsninger, er et essensielt krav for at den kan regnes som en modelleringsoppgave (Greefrath et al., 2017; Maaß, 2010). I tabell 3.1 presenteres kriteriene for en modelleringsoppgave, basert på Wess og Greefrath (2019) og Siller og Greefrath (2020).

Tabell 3. 1 *Kriterier modelleringsoppgaver (Siller & Greefrath, 2020; Wess & Greefrath, 2019)*

Kriterier	**Beskrivelse**
Relasjon til virkelighet	Kan oppgaven relateres til en ekstra-matematisk kontekst?
Relevans	Er konteksten relevant for elever? Er det et virkelig problem for elever?
Autentisitet	Er problemet autentisk med hensyn til det ikke-matematiske aspektet? Er det en realistisk situasjon? Er behovet for matematikk realistisk?
Åpenhet	Er det flere måter å løse problemet på? Er det ulike nivåer av løsninger?
Underkompetanser (modellering)	Hvilke modelleringskompetanser (underkompetanser) kreves for å løse problemet?

Alle oppgavene jeg valgte å gi elevene tolker jeg som modelleringsoppgaver etter kriteriene presentert i tabellen. Oppgavene er vist i vedlegg 1. Den første oppgaven, *Høyden av en bygning*, er hentet fra Jankvist og Niss (2020). Oppgaven åpner opp for mange ulike løsningstilnærminger og svar. Fra Jankvist og Niss (2020) så man at et dominerende hinder for å løse oppgaven var aksept av problemet som en matematikkoppgave, i tillegg til utfordringer rundt matematiseringen og pre-matematiseringen av oppgaven. Jeg antok derfor at oppgaven potensielt sett også kunne skille seg fra det de norske elevene hadde arbeidet med fra før og ønsket av den grunn å ta den med.

Oppgave 2, *Mobilabonnement*, er hentet fra eksamen for 10. trinn våren 2022 (Utdanningsdirektoratet, 2022). Elevene som deltok i undersøkelsen hadde ikke selv hatt akkurat denne eksamen, da deres årskull gikk ut av 10. klasse i 2023. Likevel visste jeg at det var en fare for at flere av elevene hadde sett eller arbeidet med oppgaven før. Jeg valgte likevel å ta den med, ettersom det er et problem som faktisk har kommet på en norsk skoleeksamen og som oppfyller kravene for å være en modelleringsoppgave.

Den tredje og siste oppgaven, *Empire State Building*, hentet fra Ärlebäck og Bergsten (2009) er en såkalt *Fermi-oppgave*. Uttrykket kommer fra fysikeren Enrico Fermi (1901-1954), som var den første til å introdusere oppgavetypen med problemet: «Hvor mange pianostemmere er det i Chicago?». Fermi-oppgaver karakteriseres ved at de kan løses ved hjelp av en rekke estimater og antakelser, i tillegg til at de kan arbeides med på ulike nivå og i ulike grader av kompleksitet (Ärlebäck & Bergsten, 2009). Noen understreker også at Fermi-problemer faktisk *må* svares på med utgangspunkt i antakelser siden det eksakte svaret ikke er tilgjengelig. Dette gjør oppgaven jeg valgte som godt egnet som modelleringsoppgave, noe Ärlebäck og Bergsten (2009) også argumenterer for i større detalj.

Jeg ønsket ikke å bruke for vanskelige modelleringsoppgaver, spesielt siden de sannsynligvis ikke var særlig vant med denne typen oppgaver fra før. Et annet poeng var at det ikke skulle være for mange oppgaver i heftet. Ofte danner man seg et bilde av tidsbruk i forhold til antall oppgaver man har blitt tildelt. For mange oppgaver kan gi en forventning om at man skal bruke kort tid på hver oppgave. Jeg valgte ikke å bruke noen av modelleringsoppgavene fra Kaiser og Schwarz (2010) fordi de var for omfattende i forhold til prosjektet mitt og tiden jeg hadde til disposisjon. Det er viktig å understreke at dette bare er et lite utvalg av modelleringsoppgaver. Dersom jeg hadde valgt noen helt andre oppgaver er det mulig at det ville ha påvirket resultatet. Kjenner man klassen sin og elevene kan det også være enklere å tilpasse modelleringsoppgavene slik at de blir mer interessante og engasjerende for elevene. Ideelt sett burde elevene jeg undersøkte ha arbeidet med et stort utvalg modelleringsoppgaver for å sikre at svarene deres ikke var påvirket av hvilke oppgaver jeg plukket ut.

3.4 Utvikling av spørreskjema

I utformingen av spørreskjemaet for prosjektet mitt identifiserte jeg fem elementer som måtte inkluderes: bakgrunnsinformasjon, holdninger til modellering, opplevd nytteverdi, forestillinger om matematikk og forestillinger om modellering. Ettersom det ikke eksisterte et spørreskjema som tok for seg alle disse aspektene, ble det nødvendig å utvikle et nytt spørreskjema. Creswell (2012, s. 157) påpeker at det å designe et høykvalitets undersøkelsesinstrument er en krevende og kompleks prosess, og anbefaler derfor å modifisere og tilpasse eksisterende instrumenter til egne forskningsspørsmål dersom det er mulig. Følgelig endte jeg med å gjøre dette.

Selv om de internasjonale studiene jeg hadde sett på var noe forskjellige fra mitt eget prosjekt, kunne jeg hente mye inspirasjon fra dem. De viktigste kildene for utviklingen av skjemaet var arbeidet til Frejd og Ärlebäck (2011), Kaiser og Schwarz (2010) og Dobie (2019). Ved å kombinere ulike elementer fra disse kildene utformet jeg et spørreskjema som kunne bidra til å besvare mine forskningsspørsmål. Jeg vil nå beskrive hvordan spørsmålene er utviklet i de nevnte studiene for å kunne argumentere for hvorfor de også egner seg til å besvare mine forskningsspørsmål.

3.4.1 Bakgrunn for valg av spørsmål

I likhet med mitt prosjekt gjennomførte Frejd og Ärlebäck (2011) en tverrsnittsundersøkelse av svenske videregåendeskoleelever der elevene først arbeidet med modelleringsoppgaver etterfulgt av en spørreundersøkelse. I motsetning til meg samlet de i tillegg inn oppgavebesvarelsene for å undersøke elevenes modelleringskompetanse. Ett av forskningsspørsmålene deres var: «Er det noen sammenheng mellom elevers modelleringskompetanse i relasjon til deres matematikkprestasjoner (karakter), kjønn, studentens interesser, sist tatte matematikkfag og deres tidligere erfaringer?». For å undersøke dette utviklet de syv holdningsspørsmål som omhandlet elevenes holdninger til modelleringsoppgavene de hadde arbeidet med i testen. På starten av spørreskjemaet ble elevene også presentert for et utdrag fra den svenske læreplanen som skildret kompetansemål om matematisk modellering, etterfulgt av spørsmålene «Har du noensinne møtt på ordet «matematisk modellering» i løpet av videregående skole» og «Beskriv med egne ord meningen du tillegger konseptet 'matematisk modell' og 'modellering'».

Ettersom forskningsspørsmålene mine etterspør norske elevers holdninger til modellering, er holdningsspørsmålene utviklet av Frejd og Ärlebäck (2011) godt egnet for å undersøke akkurat dette. For å få et bilde av situasjonen hva gjelder norske elevers modelleringserfaringer var det også passende å bruke de samme to spørsmålene om elevenes forestilling om modellering som den svenske undersøkelsen brukte.

Spørreskjemaet i den tyske studien av Kaiser og Schwarz (2010) ble nøye utarbeidet for å vurdere effekten av en modelleringsuke for videregåendeskoleelever. Deres overordnede mål med uken var å utvide elevenes opplevelser med matematikk og deres matematiske forestillinger eller verdenssyn (Kaiser & Schwarz, 2010). Spørreskjemaet som ble brukt var en kombinasjon av åpne og lukkede spørsmål, blant annet med 7 åpne spørsmål som undersøkte elevenes forestillinger om matematikk og matematikkundervisning. Selv om forskningen var rettet mot et mer omfattende modelleringsprosjekt enn det som var tilfellet for mitt eget arbeid, egnet spørsmålene som var utarbeidet for å utforske elevenes forestillinger om matematikk seg godt for å vurdere tilsvarende aspekter i min egen studie.

For å kunne besvare det tredje forskningsspørsmålet var det nødvendig å undersøke elevenes opplevde nytteverdi. Det gjorde jeg ved å benytte meg av velutviklede spørsmål fra Dobie (2019). Studien forsket på elevers oppfatninger av nytteverdi, hverdagslige aktiviteter og engasjement rundt matematikk. Det første spørsmålet, «Hvilket fag på skolen tenker du på som mest nyttig? Hvorfor?», var ment til å trekke ut oppfatninger av nytteverdi i en bred kontekst, uten å begrense seg til matematikk. Videre ble elevene stilt spørsmålet «Tror du at du vil trenge matematikk i fremtiden? Hvorfor eller hvorfor ikke?», med den hensikt å oppmuntre elevene til reflektere over nytteverdien i en mer spesifikk kontekst, samt for å muliggjøre sammenligninger med oppfatninger av nytteverdi som kom frem i svarene på det mer generelle spørsmålet. Ettersom spørsmålene var velutprøvde og formålet med dem harmonerte godt med mine forskningsspørsmål, var det rimelig å benytte seg av de samme spørsmålene i min egen undersøkelse.

Som et resultat av dette utviklet jeg et spørreskjema med stor inspirasjon fra Frejd og Ärlebäck (2011), Kaiser og Schwarz (2010) og Dobie (2019), ettersom spørsmålene deres måler holdninger til modelleringsoppgaver og forestillinger om matematikk, samt erfaringer med modellering og opplevd nytteverdi i faget. Følgelig ville de kunne bidra til å besvare forskningsspørsmålene mine. Jeg vil nå presentere utformingen og strukturen av spørreskjemaet som er utviklet for å undersøke de sentrale konstruktene i denne studien.

3.4.2 Presentasjon av spørreskjemaet

Spørreskjemaet representerer et nøkkelinstrument i forskningen, designet for å samle inn kvantitative data som reflekterer respondentenes holdninger til modellering, forestillinger om matematikk og deres opplevde nytteverdi i faget. Ved å benytte utvalgte spørsmål har spørreskjemaet som mål å gjøre de abstrakte konstruktene målbare.

Konstruktene som utforskes inkluderer holdninger, opplevd nytteverdi, forestillinger om matematikk og forestilling om modellering, som alle representerer ulike dimensjoner av forskningsspørsmålene mine. Disse er valgt basert på deres relevans for å potensielt gi innsikt i hvordan norske elever opplever matematisk modellering. For hvert konstrukt vil jeg detaljert beskrive de tilhørende variablene som er inkludert i spørreskjemaet, samt diskutere valg av skalaer for måling og tilnærming for å sikre validitet og reliabilitet i datainnsamlingen. Etter presentasjonen av spørreskjemaet vil jeg utdype kategoriseringen av de åpne spørsmålene der ChatGPT 4 ble brukt som analyseverktøy.

Bakgrunnsvariabler

Jeg valgte å inkludere bakgrunnsvariablene matematikkfag, kjønn og karakter i spørreskjemaet. Sammen kan bakgrunnsvariablene gi verdifull informasjon og en dypere kontekstuell forståelse av de dataene som samles inn, noe som gjør det mulig å utforske og identifisere mønstre, trender og korrelasjoner i utvalget. Dette kan igjen bidra til å svare på forskningsspørsmålene.

Matematikkfag og Kjønn er begge variabler på nominalnivå. Det betyr at de refererer til en klassifisering av data hvor kategoriene ikke naturlig ordnes i en bestemt rekkefølge (Cohen et al., 2011). Kategoriene innenfor variablene blir tildelt tilfeldige tallverdier som ikke representerer en kvantifiserbar mengde – én kategori har ikke høyere eller lavere verdi enn en annen (Ary et al., 2010). Det gir dermed heller ikke mening å utføre matematiske operasjoner på disse kategoriene, siden de ikke representerer numeriske verdier. Variabelen Karakter er på ordinalnivå, som i motsetning til nominalnivå indikerer en ordnet rekkefølge. Kategoriene er da plassert i rekkefølge, i dette tilfellet med karakteren 1 rangert lavest og karakteren 6 rangert høyest. Sticca et al. (2017) beskriver at det er høy korrelasjon mellom elevers selvrapporterte karakter og deres faktiske karakter og vi kan derfor anta at elevenes respons på variabelen Karakter i stor grad gjenspeiler virkeligheten. De ulike bakgrunnsvariablene er presentert i tabell 3.2.

Tabell 3. 2 *Oversikt og koder for bakgrunnsvariabler*

Variabelkode	Spørsmål	Svaralternativer	Målenivå
Matematikkfag	Har du for øyeblikket 1T eller 1P?	1T 1P	Nominal
Kjønn	Hvilket kjønn er du?	Gutt Jente Annet/vil ikke oppgi	Nominal
Karakter	Hvilken karakter tror du at du ligger på i matematikk?	1, 2, 3, 4, 5, 6	Ordinal

Holdninger

Holdningsspørsmålene er som tidligere nevnt hentet fra den svenske undersøkelsen til Frejd og Ärlebäck (2011). Alle variablene følger en 4-punkts Likert-skala med svaralternativene: svært uenig (1), uenig (2), enig (3), svært enig (4), med de respektive tallverdiene i parentes. Variablene er dermed alle på ordinalnivå fordi de rangeres fra minst til mest enig. Selv om kategoriene kan rangeres er ikke variablene på et metrisk nivå. Man kan altså ikke anta lik avstand mellom kategoriene i skalaen, noe som er viktig å ta i betraktning når man tolker datamaterialet (Cohen et al., 2011). Dessuten kan verdier ha forskjellige betydninger for ulike respondenter. Én elevs «enig» kan tilsvare det en annen ville svart som «svært enig», selv om de bruker de samme kriteriene og føler noe like sterkt.

Likert-skalaer brukes ofte for å måle holdninger til et tema (Ary et al., 2010), og var derfor godt egnet for mitt formål. Jeg valgte å bruke en 4-punkts Likert-skala. Denne skalaen betraktes ifølge Lozano et al. (2008) for å sikre høyt nok nivå av reliabilitet. En 4-punkt Likert-skala har ikke et nøytralt midtalternativ, noe som fører til at elevene er nødt til å ta stilling til en side. Ulempen med dette er at respondenter «tvinges» til å gi uttrykk for om de er mest på enig- eller uenig-siden (Grønmo, 2016). Det er argumentert for at dersom en respondent ikke ønsker å ha en mening om en påstand så skal det være mulig (Cohen et al., 2011), noe som bør tas hensyn til når resultatene tolkes. På en annen side kan en midtkategori føre til at mange respondenter plasserer seg nøytralt av bekvemmelighetshensyn selv om de egentlig har en mening (Grønmo, 2016). Ifølge Cohen et al. (2011) har faktisk respondenter en tendens til å velge det nøytrale midtpunksalternativet i en 5-punkts eller 7-punkts Likert-skala. I likhet med min studie brukte Frejd og Ärlebäck (2011) en 4-punkts Likert-skala uten et nøytralt alternativ. De syv variablene under holdningskonstruktet er presentert i tabell 3.3.

Tabell 3.3

Oversikt og koder for enkeltvariabler holdninger, hentet fra Frejd & Ärlebäck (2011)

Variabelkode	Påstand	Likert-skala type	Målenivå
Holdning1	Jeg opplever oppgavene i testen som gøye.	Likert-skala: enig	Ordinal
Holdning2	Jeg opplever oppgavene i testen som lette.	Likert-skala: enig	Ordinal
Holdning3	Jeg opplever oppgavene i testen som interessante.	Likert-skala: enig	Ordinal
Holdning4	Jeg tenker at jeg må bruke matematikk for å svare på spørsmålene.	Likert-skala: enig	Ordinal
Holdning5	Jeg tenker at denne typen oppgaver er godt egnet for videregåendeskolematematikk.	Likert-skala: enig	Ordinal
Holdning6	I videregåendeskolematematikken arbeider/arbeidet vi ofte med lignende oppgaver.	Likert-skala: enig	Ordinal
Holdning7	Jeg ønsker å arbeide med slike oppgaver oftere i videregåendeskolematematikken.	Likert-skala: enig	Ordinal

Nytteverdi

Spørsmålene under nytteverdi er begge hentet fra Dobie (2019). Begge spørsmålene er åpne, hvilket gir respondentene anledning til å gi utfyllende svar med egne ord, uten å være begrenset av en forhåndsbestemt kategorisering (Cohen et al., 2011). Spørsmålene kan klassifiseres som semi-strukturerte, noe som indikerer at de har en tydelig struktur og et klart fokus, samtidig som de tillater åpenhet i svarene. Dette gjør dem bedre egnet til kategorisering enn helt åpne spørsmål. Respondenten oppfordres til å gi et direkte svar på hvert spørsmål før de utdyper ytterligere. For eksempel, på spørsmålet om hva de mener er det mest nyttige faget på skolen (Nytteverdi1), kan det forventes at respondentene først nevner et spesifikt skolefag og deretter utdyper sitt valg. Denne tilnærmingen muliggjør kategorisering av svarene samtidig som den gir en verdifull utdypelse som kan bidra til å danne et mer helhetlig bilde av situasjonen. I tabell 3.4 er variablene under nytteverdi presentert.

Tabell 3.4

Oversikt og koder for enkeltvariabler nytteverdi, hentet fra Dobie (2019)

Kode for variabel	Spørsmål	Svartype
Nytteverdi1	Hvilket fag på skolen tenker du på som mest nyttig? Hvorfor?	Åpent spørsmål
Nytteverdi2	Tenker du at du kommer til å trenge matematikk i fremtiden? Hvorfor eller hvorfor ikke?	Åpent spørsmål

Forestillinger om matematikk

Spørsmålene som undersøkte elevenes forestillinger om matematikk er som tidligere nevnt hentet fra den tyske studien presentert av Kaiser og Schwarz (2010). Alle spørsmålene under forestilling om matematikk åpne. Noen av dem er i likhet med nytteverdispørsmålene semi-strukturerte. Tabell 3.5 presenterer variablene under konstruktet forestillinger om matematikk.

Tabell 3.5

Oversikt og koder for enkeltvariabler i forestillinger matematikk, hentet fra Kaiser & Schwarz (2010)

Kode for variabel	Spørsmål	Svartype
ForestillingMatematikk1	Hva er matematikk etter din mening? Beskriv med noen setninger.	Åpent spørsmål
ForestillingMatematikk2	Er du interessert i matematikk? Hvis ja, hva er du spesielt interessert i?	Åpent spørsmål
ForestillingMatematikk3	Hvilken relevans har matematikk for samfunnet etter din mening?	Åpent spørsmål
ForestillingMatematikk4	Er du interessert i faget matematikk på skolen? Hvis ja, hvorfor? Hvis ikke, hvorfor ikke?	Åpent spørsmål
ForestillingMatematikk5	Beskriv temaer, oppgavetyper, og aktiviteter i matematikktimen som appellerer til deg (som du liker). (Maks 3)	Åpent spørsmål
ForestillingMatematikk6	Beskriv temaer, oppgaver, og aktiviteter i matematikktimen som gjør deg motløs eller gjør at du kjeder deg. (Maks 3)	Åpent spørsmål
ForestillingMatematikk7	Har du så langt hatt mulighet til bruke noen matematiske tilnærminger eller metoder som du har lært på skolen, i hverdagslivet ditt eller på andre områder? Hvis ja, hvilke områder og hvor?	Åpent spørsmål

Forestillinger om modellering

Spørsmålene under forestillinger om modellering er også hentet fra Frejd og Ärlebäck (2011). Disse variablene undersøker nærmere hvilke tanker og erfaringer elevene sitter med hva gjelder matematiske modeller og modellering. Variablene er presentert i tabell 3.6. ForestillingModellering1 er en kategorisk variabel med to gjensidig utelukkende svaralternativer (‘ja’ og ‘nei’), og er derfor det vi kaller en dikotomisk variabel (Cohen et al., 2011). ForestillingModellering2 er derimot et svært åpent spørsmål der respondenten blir bedt om å bruke egne ord til å forklare ‘matematisk modell’ og ‘modellering’. I likhet med den svenske undersøkelsen presenterte jeg et utdrag fra den norske læreplanen som omhandlet matematisk modellering før de svarte på disse to spørsmålene.

Tabell 3.6

Oversikt og koder for enkeltvariabler i forestillinger modellering, hentet fra Frejd & Ärlebäck (2011)

Kode for variabel	Spørsmål	Svartype
ForestillingModellering1	Har du noen gang møtt på ordet «matematisk modellering» under din tid på videregående?	Svaralternativ: Ja, Nei
ForestillingModellering2	Beskriv med dine egne ord hva du legger i begrepet 'matematisk modell' og 'modellering'.	Åpent spørsmål

3.4.3 Pilotering

Cohen et al. (2011) understreker viktigheten av ordlyden i og forhåndstestingen av et spørreskjema for å oppnå størst mulig grad av suksess. Målet er å sikre at alle respondenter tolker spørsmålene på samme måte, noe som bidrar til mer nøyaktige og sammenlignbare svar. Spørsmålene i spørreskjemaet er alle velutprøvde og validerte i sine respektive studier, men det anbefales at man likevel foretar sin egen pilotering før datainnsamlingen.

Jeg gjennomførte først en pilotering av spørreskjemaet på to medstudenter. Piloteringen tok for seg spørreskjemaets format og klarhet, der jeg fikk tilbakemeldinger på formuleringene, ordlyden og andre generelle vurderinger. Spørsmålene hadde jeg oversatt nokså direkte fra kildenes spørreskjemaer og fikk derfor noen tilbakemeldinger om justeringer for å forbedre språket i spørsmålene. Videre gjennomførte jeg en pilotering på to elever fra en 1P-klasse. Disse elevene var i den aktuelle målgruppen som spørreskjemaet skulle gjennomføres på. Jeg gikk punktvis gjennom spørreskjemaet for å høre hvordan de tolket spørsmålene og for å sjekke om det fantes noen uklarheter. Elevene uttrykte at de opplevde alle spørsmålene som tydelige og det ble derfor ikke gjort ytterligere justeringer før gjennomføringen av prosjektet.

3.6 Analysemetoder

3.6.1 Statistiske analyser

Metoden som er valgt for å svare på problemstillingen i denne studien er av kvantitativt design. Ettersom forskningsspørsmålene etterspør *graden* av ulike aspekter ved holdninger til modellering, forestillinger om matematikk og opplevd nytteverdi, er det nødvendig med statistiske analyser for å tallfeste mulige sammenhenger. Alle analysene er utført i IBM SPSS versjon 29. Jeg brukte analysemetodene Mann–Whitney U-test og Kendalls tau-test.

Statistisk signifikans

Et viktig begrep i sammenheng med statistiske analyser er statistisk signifikans. Den forteller noe om sannsynligheten for at et resultat fra en analyse skyldes tilfeldigheter eller ikke (Cohen et al., 2011, s. 613). Når man bruker statistikk til å finne sammenhenger mellom variabler, regner man ut p-verdier (sannsynlighetsverdier) som brukes for å konkludere om sammenhengen er til stede. Denne verdien er et mål på sannsynligheten for å observere resultater like ekstreme eller mer ekstreme enn de som har blitt observert, gitt at nullhypotesen er sann. En lav p-verdi indikerer at det er statistisk signifikante bevis mot nullhypotesen, noe som antyder at effekten eller forskjellen observert i dataene sannsynligvis har en bakenforliggende faktor og er ikke et resultat av tilfeldige variasjoner (Cohen et al., 2011). Det er vanlig å bruke nivåene 0.05, 0.01 og 0.001 for å avgjøre om resultatene er statistisk signifikante. Når man sier at et resultat er statistisk signifikant på 0.05-nivå, betyr det altså at det er 5 % sannsynlig at resultatene kan ha oppstått ved en tilfeldighet hvis nullhypotesen faktisk er sann (Cohen et al., 2011). I denne studien observerte jeg resultater på signifikansnivå på 0.05-, 0.01- og 0.001-nivå.

Man skiller også mellom ensidige og tosidige tester når man vurderer statistisk signifikans. I en ensidig test antar man en bestemt retning, for eksempel at den ene gruppen vil score høyere enn den andre (Cohen et al., 2011, s. 610). Mens man i ensidige tester bare ser på én retning av avvik fra nullhypotesen, vil man i en tosidig test vurdere begge retninger, både over og under nullhypotesen (Cohen et al., 2011). Da vil også grensene for signifikans halveres, fordi vi ser på ekstreme verdier i begge retninger. Ettersom forskningsspørsmålene i denne studien ønsket å undersøke om det fantes en forskjell uten å anta en retning, var det naturlig å anvende tosidig test.

Effektstørrelse

Når man skal vurdere de statistiske forskjellene mellom ulike grupper er det ikke tilstrekkelig å bare vurdere p-verdien isolert sett (Tomczak & Tomczak, 2014). I mange tilfeller vil p-verdien være påvirket av standardfeilen (eng: «standard error»), som igjen er påvirket av utvalgets størrelse. Følgelig vil en økning i utvalgsstørrelse minke standardfeilen som igjen minker p-verdien (Tomczak & Tomczak, 2014). På grunn p-verdiens avhengighet av utvalgsstørrelsen, kan for eksempel et statistisk signifikant resultat hovedsakelig indikere at det ble brukt et stort utvalg. Derfor forteller p-verdien oss hverken om det observerte resultatet er meningsfullt eller viktig med hensyn til størrelsen på den observerte forskjellen, eller noe om styrken på sammenhengen mellom variablene som undersøkes (Tomczak & Tomczak, 2014). Derfor er det også foretrukket å ta med *effektstørrelsen* i vurderingen av resultatet. Denne forteller noe om hvor stor eller liten den statistisk signifikante forskjellen er, og er med på å illustrere hvor relevant ulikheten er i praksis (Cohen et al., 2011). Jeg har derfor valgt å inkludere et mål på effektstørrelse for de målte forskjellene mellom gruppene.

3.6.2 Mann–Whitney U-test

De nominale variablene ble hovedsakelig brukt til å dele respondentene i ulike grupper for å lete etter mulige sammenhenger, mens de ordinale variablene ble brukt som mål på forskjellene mellom de ulike respondentgruppene. Alle holdningsspørsmålene fulgte en Likert-skala og de kategoriserte svarene som deltok i analysen fulgte en logisk rangering (f.eks. Ja = 1, Usikker = 2, Nei = 3). Dersom man skulle behandlet variablene som metriske ville man antatt lik avstand mellom svaralternativene, noe som er vanskelig å argumentere for at de har. Det er lite sannsynlig at avstanden mellom «svært enig» og «enig» er den samme som mellom «enig» og «uenig». Derfor behandles variablene på ordinalnivå i analysen.

For å analysere forskjeller mellom to uavhengige grupper (her f.eks. 1T- og 1P-elever) på variabler på ordinalnivå, benyttet jeg meg av Mann–Whitney U-testen. Ettersom datamaterialet ikke oppfyller kravene til normalfordeling som er nødvendig for t-tester, er denne et godt alternativ (Ary et al., 2010). Mann–Whitney U-testen evaluerer medianverdiene mellom to uavhengige grupper for å bestemme om det er en statistisk signifikant forskjell i deres sentrale tendens. Testen gir en U-verdi, som er definert som antall ganger en y-score (en score fra gruppe 1) er rangert høyere enn en x-score (score fra gruppe 2) (Kerby, 2014). Dette kaller vi for antallet *gunstige* par, der ordet gunstig indikerer at paret støtter hypotesen. For å finne U-verdien regner man først ut antallet gunstige og ugunstige par (U_1 og U_2, én U for hver av gruppene), før man velger den minste av disse to verdiene som testens U-verdi (Kerby, 2014). Sammen med en tilhørende p-verdi indikerer U-verdien om forskjellene mellom gruppene er statistisk signifikante. Cohen et al. (2011) understreker at i tillegg til statistisk signifikante resultater kan det også oppdages funn der grupper av respondenter har svart ganske likt.

Det finnes mange ulike effektstørrelser som tjener forskjellige typer tester. For Mann–Whitney U-testen, vil det ifølge Tomczak og Tomczak (2014) egne seg best å bruke verdien til korrelasjonskoeffisienten r. Derfor valgte jeg å bruke denne i forbindelse med Mann–Whitney U-testen. I tillegg til å gi en U-verdi, kalkulerer Mann–Whitney U-testen den standardiserte Z-scoren som videre kan brukes til å regne ut r-verdien (Tomczak & Tomczak, 2014). Den får man ved å ta absoluttverdien av Z-scoren delt på kvadratroten av antall deltakere i utvalget:

$$r = \frac{|Z|}{\sqrt{N}}$$

Ifølge Cohen et al. (2011) vil de ulike r-verdiene indikere følgende effekter: 0.1 eller mindre = liten effekt, 0.3 = moderat effekt, 0.5 eller større = stor effekt.

3.6.3 Kendalls tau-test

Korrelasjonstesten, Kendalls tau, er en ikke-parametrisk test som brukes til å måle styrken og retningen av sammenhengen mellom to rangerte variabler (Ary et al., 2010). Denne testen brukes for å undersøke relasjoner mellom to ordinalskala variabler i et datasett som ikke antas å være normalfordelt. Kendalls tau-test gir en korrelasjonskoeffisient, som varierer mellom -1 og 1, hvor -1 indikerer en perfekt negativ korrelasjon, 0 ingen korrelasjon, og 1 en perfekt positiv korrelasjon. Tau-verdien i seg selv representerer effektstørrelsen og angir styrken og retningen av sammenhengen mellom to rangerte variabler. Resultatet av Kendalls tau inkluderer også en p-verdi som tester hypotesen om ingen korrelasjon (Ary et al., 2010). Testen ble valgt fordi jeg ønsket å undersøke om det eksisterte relasjoner mellom de ulike variablene i datasettet.

3.6.4 ChatGPT som analyseverktøy

I følge Cohen et al. (2011) praktiserer man ofte tommelfingerregelen om at jo større utvalget er, jo mer strukturert, lukket og numeriske må spørsmålene i spørreskjemaet være. Tilsvarende vil man med et mindre utvalg kunne bruke mindre strukturerte, mer åpne og i større grad tekstbaserte spørreskjema. Selv om jeg ønsket å sikre at utvalget ble så stort som de praktiske begrensningene tillot, valgte jeg å bruke både lukkede og åpne spørsmål i spørreskjemaet. Spørsmålene hentet fra studiene av Frejd og Ärlebäck (2011), Kaiser og Schwarz (2010) og Dobie (2019) var nøye utformet og egnede til å utforske en rekke ulike problemstillinger og aspekter, som alle utgjorde sentrale elementer i mine forskningsspørsmål. Derfor valgte jeg å beholde deres originale formuleringer og strukturer. Utfordringen var da å kombinere et relativt stort utvalg og et betydelig antall åpne spørsmål. Dette løste jeg ved å bruke ChatGPT 4 som analyseverktøy, fordi programmet er kapabelt til å håndtere store datamengder. Målet var å kode de åpne spørsmålene inn i kategorier og videre tildele dem tallverdier for å muliggjøre kvantitative analyser.

ChatGPT 4 er et program basert på kunstig intelligens, lansert av OpenAI i november 2022 (Peters et al., 2023). I en studie undersøker Morgan (2023) potensialet til kunstig intelligens, spesielt ChatGPT, for å analysere kvalitative data. Utforskingen stiller spørsmål ved om KI (Kunstig intelligens) kan produsere lignende resultater som manuell koding, uten den tidskrevende prosessen dette ofte innebærer og ser på enkeltheten og tidsbesparelsen ved bruk av ChatGPT for dataanalyse. Resultatene fra studien viser at ChatGPT er rimelig effektiv til å reprodusere konkrete beskrivende emner, men mindre vellykket ved identifisering av subtile, tolkende temaer. Likevel var programmet enkelt å bruke og krevde betydelig mindre innsats sammenlignet med manuell koding (Morgan, 2023). Zambrano et al. (2023) påpeker også at det finnes begrensninger ved ChatGPT når det gjelder koding av begreper som krever menneskelig tolkning og som dekker flere ideer, samtidig som de understreker mulighetene og fordelene som ChatGPT gir som et hjelpemiddel for forskere i deres arbeid med koding. Ved å ha en kritisk tilnærming og være bevisst på ChatGPTs begrensninger, mener de at programmet kan fungere som en ny og god mulighet for å effektivisere forskningsarbeidet.

Det kan også argumenteres for at ChatGPT potensielt kan opprettholde en høyere grad av objektivitet sammenlignet med mennesker. Ved manuell koding utført av mennesker kan personlige, ubevisste forhåpninger eller forventinger til resultater påvirke valget av hvordan svar kodes.

3.6.5 Kategorisering med ChatGPT

I kategoriseringsprosessen med ChatGPT opplevde jeg mange av de samme forholdene som er beskrevet i delkapittelet over. Programmet kunne effektivt behandle og gjennomgå store datamengder og klarte i relativt stor grad å plassere svarene i egnede kategorier, men hadde utfordringer med å vurdere og tolke enkelte subtile svar. Mange av elevresponsene var komplekse eller lite konkrete og dermed vanskelige å plassere i en bestemt kategori. Andre ganger svarte ikke respondenten på spørsmålet eller kom med et useriøst svar. Da kunne det gjerne være mer tilfeldig hvilken kategori svaret havnet i. Det var derfor uaktuelt å bruke ChatGPT isolert for analysen av svarene siden jeg ikke alltid stolte fullt på dens vurderinger. Resultatet ble at jeg i hovedsak brukte programmet som et hjelpemiddel til å skape et grunnlag for kategoriseringen. Videre tok jeg et overblikk over alle svarene og vurderte hvorvidt jeg var enig med kategoriseringen av hver enkelt besvarelse. Jeg la til eller fjernet kategorier dersom jeg betraktet det som nødvendig.

For å systematisere og kategorisere svarene ved hjelp av ChatGPT, tok jeg i bruk en metodisk tilnærming. Jeg startet med å importere et Excel-dokument som inneholdt respondentenes svar, før jeg detaljert forklarte hvilket spesifikt spørsmål som var stilt og presiserte mine forventinger til hva ChatGPT skulle utføre. For å sikre best mulig kontroll og for å forhindre at ChatGPT ble påvirket av respondentenes helhetlige besvarelse, valgte jeg en strategi der jeg presenterte besvarelsene fra alle respondentene på ett og ett spørsmål. Jeg vil nå presentere et praktisk eksempel på hvordan ChatGPT håndterte forespørselen min. Først lastet jeg opp et Excel-dokument med svarene på det gitte spørsmålet og ga følgende instruksjoner:

> «I en undersøkelse fikk elever spørsmålet 'Hva er matematikk etter din mening? Beskriv med noen setninger'. I dette Excel-arket finner du svarene jeg fikk inn. Kan du gå gjennom alle svarene, og basert på svarene kategorisere dem inn i 4-6 egnede kategorier?».

Kategoriene jeg fikk i retur var:

- Positive følelser: 19 svar
- Negative følelser: 20 svar
- Matematikkens natur: 42 svar
- Praktiske aspekter: 6 svar
- Vanskelighetsgrad og kompleksitet: 3 svar
- Annet: 46 svar

Videre lukket jeg siden og åpnet en ny samtale med ChatGPT, før jeg stilte nøyaktig det samme spørsmålet igjen for å se om programmet hadde endret respons. De nye kategoriene var:

- Positive oppfatninger: 16 svar
  Eksempler inkluderer svar som beskriver matematikk som gøy, interessant eller spennende, spesielt når man forstår det
- Negative oppfatninger: 26 svar
  Utsagn som beskriver matematikk som vanskelig, kjedelig eller komplisert
- Funksjonelle beskrivelser: 32 svar
  Utsagn som fokuserer på matematikkens anvendelse i hverdagslivet, i problemløsing, eller i utdannelse.
- Abstrakte/teoretiske beskrivelser: 28 svar
  Beskrivelser som fokuserer på matematikkens teoretiske aspekter, som bruk av tall, bokstaver eller teorier.
- Personlige refleksjoner: 34 svar
  Personlige meninger eller refleksjoner som ikke direkte passer inn i de andre kategoriene.

Vi ser at kategoriene i stor grad er sammenfallende, men ikke helt identiske mellom de to kategoriseringene. For eksempel, var kategorien «Annet», som inneholdt 46 svar i den første kategoriseringen, fraværende i den andre. Videre mottok jeg denne gangen beskrivelser for hver kategori, en mulighet jeg i alle kategoriseringstilfellene kunne ha etterspurt, men dette eksempelet illustrerer at ChatGPT ikke nødvendigvis gir det samme svaret ved identisk input. Ved grundigere gjennomgang av kategoriseringene og svarene, ser vi at ChatGPT i første runde opprettet en kategori kalt «Matematikkens natur», mens det i andre runde ble laget kategorier som «Funksjonelle beskrivelser» og «Abstrakte/teoretiske beskrivelser». Både den første og de sistnevnte omfattet i stor grad de samme responsene. For eksempel kunne svaret «Matematikk er regning med tall, bokstaver, modeller og tekster» naturlig plasseres både under «Matematikkens natur» og «Funksjonelle beskrivelser» eller «Abstrakte/teoretiske beskrivelser». Jeg anser ingen av kategoriseringene som feilaktige, selv om de varierer noe. De grunnleggende temaene var like, men kategoriene fikk forskjellige navn. Dette aspektet kan også variere under manuelle kategoriseringsprosesser, avhengig av hvem som utfører arbeidet, hvilke besvarelser som havner øverst i bunken eller andre påvirkende faktorer.

Som følge av dette, gjennomførte jeg flere runder med ChatGPT-kategorisering for hvert spørsmål, før jeg selv vurderte hvilke kategorier som egnet seg best. Videre ba jeg ChatGPT om å bruke de endelige kategoriene til å kategorisere svarene på nytt. Til slutt gjennomgikk jeg hver enkelt kategorisering for å vurdere hvorvidt jeg var enig med programmet. Selv med ChatGPT som verktøy viste kategoriseringsprosessen seg å være svært tidskrevende. Likevel, uten denne teknologiske støtten, ville det ha vært svært utfordrende å kategorisere det store volumet av åpne svar som jeg hadde i datamaterialet mitt.

Tabell 3.9 viser de endelige kategoriseringene. Flertallet av kategoriseringene resulterte i gjensidige kategorier uten en naturlig rekkefølge, og befant seg derfor på et nominalt nivå. Imidlertid tillot de semi-strukturerte spørsmålene en rangering av kategoriene. For eksempel ga jeg kategoriene «Nei», «Usikker» og «Ja» henholdsvis tallverdiene 1, 2 og 3. Dermed ble enkelte spørsmål plassert på ordinalnivå.

Tabell 3.9

Kategoriseringene jeg kom fram til med ChatGPT

Kode for variabel	Kategorier	Rangering	Målenivå
Nytteverdi1	Matematikk, naturvitenskap, teknologi og informatikk, flere fag, annet, idrett og helse, samfunnsfag, språk	-	Nominal
Nytteverdi2	Nei, usikker, ja	1, 2, 3	Ordinal
ForestillingMatematikk1	Negative følelser, matematikkens natur, praktiske aspekter, annet, språk, logikk, posititve følelser	-	Nominal
ForestillingMatematikk2	Nei, usikker, ja	1, 2, 3	Ordinal
ForestillingMatematikk3	Dagligdags bruk, annen, yrkeslivet, utdanning, samfunnsmessig infrastruktur og utvikling	-	Nominal
ForestillingMatematikk4	Nei, usikker, ja	1, 2, 3	Ordinal
ForestillingMatematikk5	Praktiske anvendelser, samarbeidsaktiviteter, spesifikke matematiske konsepter, teknologi og verktøy, repetetiv praksis og øvelser, problemløsing og utfordringer, annet	-	Nominal
ForestillingMatematikk6	Annet, repetetive øvelser, komplekse oppgaver, spesifikke matematiske emner, digitale verktøy og programvare, individuell oppgavejobbing	-	Nominal
ForestillingMatematikk7	Nei, usikker, ja	1, 2, 3	Ordinal
ForestillingModellering2	Annet/uklar, praktisk anvendelse, uttrykk og representasjon, forståelse av virkeligheten, fysisk modell, matematikk i modellering, utvikling og konstruksjon av modeller, forståelse av matematisk modellering	-	Nominal

3.7 Validitet og reliabilitet

3.7.1 Reliabilitet av de involverte

Ettersom reliabilitet innebærer å undersøke i hvilken grad man kan stole på undersøkelsen, er det naturlig å betrakte de involverte partene. Ettersom elevsvarene er sentrale i datainnsamlingen er det viktig å vurdere elevenes troverdighet i svarene. For det første fikk elevene tydelig beskjed om at spørreundersøkelsen var 100 % anonym og at hverken jeg eller læreren deres ville få vite hva de hadde svart. Dette kan redusere faren for at deltakerne ønsker å svare usant for å tilfredsstille læreren. I tillegg understrekte jeg at ingen svar var rette eller gale. Uten å kunne si noe med sikkerhet, ser jeg heller ikke for meg at noen elever hadde en agenda for å svare usant på undersøkelsen. For det andre minsker piloteringen sjansen for at elevene mistolker spørsmål fordi de er uklare eller tvetydige, noe som kunne ha ført til lavere reliabilitet (Creswell, 2012).

Det er også nødvendig å vurdere hvordan min rolle kan påvirke studiens reliabilitet. Ved å bruke spørreskjema som metode for datainnsamlingen opprettholdt jeg en viss avstand mellom meg selv som forsker og deltakerne, noe som reduserer muligheten for påvirkning sammenlignet med intervju eller observasjon. Jeg var også bevisst min rolle underveis i datainnsamlingen og forsøkte å begrense hvor mye jeg bevegede meg rundt i klasserommet for å unngå at elevene følte seg overvåket.

Det at jeg var alene med dataanalysen kan være en potensiell feilkilde, selv om den delvis er veid opp for ved å bruke ChatGPT. Det er viktig å være klar over at kategoriseringene kan være preget av menneskelige og teknologiske begrensninger, og at inndelingen bevisst er gjort noe overfladisk for å redusere antallet kategorier.

3.7.2 Reliabilitet av instrumentet

For kvantitative forskningsmetoder kan man undersøke instrumentets reliabilitet ved å vurdere den indre konsistensen mellom variablene som brukes for å teste det samme konstruktet (Cohen et al., 2011). Ved akseptable verdier kan da enkeltvariablene reduseres til samlevariabler. Påliteligheten kan for eksempel testes ved å gjennomføre reliabilitetstesten McDonald's Omega for enkeltvariablene som skal inngå i samlevariabelen (Kalkbrenner, 2024). En mye brukt test er også Cronbachs alpha. Begge testene gir et reliabilitetsmål mellom 0 og 1 (Grønmo, 2016). For akseptable verdier av koeffisienten må testen ifølge Cohen et al. (2011) minst gi 0.7. For verdier 0.60-0.69 er variablene marginalt pålitelige mens verdier under 0.6 er ikke akseptert. Det er også foreslått at reliabilitetsnivået bare er godtatt for verdier på 0.8 og høyere, mens andre foreslår at 0.67 og høyere er godt nok (Cohen et al., 2011).

For å sikre reliabilitet av instrumentet ble det dermed gjort forsøk på å lage samlevariabler ved å teste indre konsistens. McDonalds Omega-testen ble valgt foran Cronbachs alpha fordi den ikke forutsetter normalfordeling av materialet (Hayes & Coutts, 2020). Resultatene er vist i tabell 3.10.

Tabell 3.10

Oversikt og vurdering av samlevariabler for holdninger og forestillinger matematikk

Samlevariabel	**Enkeltpåstander/spørsmål som inngår i samlevariabelen**	**McDonald's Omega-verdi**
Holdninger	Holdning1*, Holdning2, Holdning3, Holdning4, Holdning5, Holdning6, Holdning7	0.784
Forestillinger matematikk	ForestillingMatematikk2, ForestillingMatematikk4, ForestillingMatematikk7	0.649

Enkeltpåstander som er reversert er merket med *

Spørsmålene som er brukt i skjemaet er hentet fra andre allerede utprøvde undersøkelser. I disse studiene ble alle spørsmålene presentert som enkeltvariabler og det ble tilsynelatende ikke gjort forsøk på å redusere dem til samlevariabler. Dette kan være årsaken til at jeg møtte på utfordringer underveis i prosessen, rett og slett fordi variablene ikke var egnet eller ment for å reduseres til samlevariabler.

For de syv holdningsspørsmålene fikk jeg likevel akseptable Omega-verdier fra testen (0.784), noe som tyder på indre konsistens. For de resterende spørsmålene i spørreskjemaet fikk jeg derimot for lave eller fraværende verdier. Forestillinger om matematikk ga Omega-koeffisient på 0.649 som regnes som ikke akseptabelt. Det må understrekes at bare tre av de syv variablene innenfor forestillinger om matematikk var på ordinal-nivå og dermed med i testen. Det ble ikke tatt McDonald's Omega-test på Nytteverdi1 og Nytteverdi2 da bare ett av spørsmålene var ordinale. Det var dermed ikke nok variabler til å utføre McDonald's Omega eller til å lage en samlevariabel. Det samme gjaldt for ForestillingModellering1 og ForestillingModellering2. Jeg kunne ha lagt til flere spørsmål for å oppnå samlevariabler, men det ville gjort spørreundersøkelsen for omfattende. Et annet tiltak kunne vært å bare bruke Likert-spørsmål. Dette var heller ikke ønskelig, da jeg ville mistet verdifull informasjon fra de åpne forklaringene elevene kom med. Dette ville gitt et dårligere helhetlig bilde.

Som et resultat av at spørreskjemaet inneholdt mange nominale variabler var det utfordrende å lage samlevariabler. Dette betyr ikke nødvendigvis at instrumentet er lite pålitelig. Spørsmålene var som forklart hentet fra andre studier der de ble behandlet som enkeltvariabler og spørreskjemaenes design var i liten grad egnet for å lage samlevariabler. Konstruktet *forestilling* har dessuten blitt kritisert for å være et rotete og tvetydig konstrukt som tar for seg mange ulike aspekter (Österholm, 2010). Dette gjør det uegnet som en samlevariabel, siden det ikke gir en klar og entydig måling av et spesifikt fenomen.

Selv om holdningsvariablene ga akseptable Omega-verdier har jeg valgt å behandle dem som enkeltvariabler i studien. Dette er både fordi jeg opplevde at enkeltvariablene ga mer relevante og interessante bidrag til studien sammenlignet med samlevariabelen og fordi variablene fra sin opprinnelige kilde, i Frejd og Ärlebäck (2011) sin studie, var behandlet som enkeltvariabler. Ved å holde meg til enkeltvariabler ville det være lettere og mer oversiktlig å sammenligne resultatene med Frejd og Ärlebäck (2011) sine funn, samt resultatene fra de øvrige studiene jeg hadde sett på og hentet spørsmål fra.

3.7.3 Indre validitet

Cohen et al. (2011) trekker fram flere svakheter ved tverrsnittsundersøkelser. En sentral svakhet er at man ikke vil kunne fastslå årsak-virkning mellom variabler. Forskningsdesignet egner seg ikke til å undersøke mønster eller kausalitet over tid med mindre de repeteres, og det vil derfor ikke være mulig å etablere årsakssammenhenger ut i fra analyseresultatene. Dette vil dermed også gjelde for min studie. Det vil være vanskeligere å trekke tydelige konklusjoner ut fra datamaterialet og jeg vil ikke kunne etablere kausale sammenhenger. Følgelig vil jeg bare kunne peke på statistiske sammenhenger som må undersøkes videre.

Oppgavene som var valgt til arbeidet før spørreundersøkelsen er også sentrale. Selv om de ikke er en del av datamaterialet, kan de direkte bidra til å påvirke elevenes respons på spørreskjemaet. Derfor ble modelleringsoppgavene nøye plukket ut, som forklart tidligere i metodekapittelet under «valg av oppgaver til spørreskjemaet». Det er viktig å være klar over at andre oppgaver kunne gitt andre resultater. Ettersom jeg ikke kunne forsikre meg om at elevene var kjent med matematisk modellering fra før, var det viktig at de arbeidet med oppgavene i forkant av undersøkelsen. Uten denne forberedelsen kunne jeg risikert at elevene ikke forstod hva de ble spurt om i spørreskjemaet, noe som kunne ført til at de svarte basert på personlige tolkninger av spørsmålene. Det er likevel en mulighet at elevene kan ha hatt en begrenset forståelse av hva modellering er og derfor svart utfra manglende forutsetninger.

En fordel med undersøkelsen er at den inkluderer mange åpne spørsmål. Dermed åpner den opp for mer detaljerte forklaringer fra deltakerne, sammenlignet med spørreskjemaer som bare består av lukkede spørsmål. Det gjør det likevel ikke mulig å etablere kausale sammenhenger, men de detaljerte forklaringene kan bidra til å danne et bilde av situasjonen og gi et *innblikk* i årsakssammenhengene.

3.7.4 Ytre validitet

Studien har en geografisk begrensning ved at alle klassene er fra Bergensområdet. Likevel er de fra ulike områder av byen og fra skoler med ulike karaktersnitt, noe som kan bidra til å gjøre studien mer generaliserbar. Utvalget oppfyller ikke kravene for et sannsynlighetsutvalg, noe som fører til at resultatene i utgangspunktet ikke kan generaliseres til en større populasjon (Cohen et al., 2011).

Det kan likevel tenkes at utvalget er relativt representativt. Jeg hadde ingen informasjon om lærernes arbeid med modelleringsaktiviteter eller andre undervisningsmetoder som kunne påvirke resultatene. Det var heller ingen spesielle forhold ved klassene som tydet på at elevene avvek fra gjennomsnittet. Resultatene viser også en relativt jevn kjønns- og karakterfordeling som stemmer godt overens med offisiell norsk statistikk. Dette er diskutert nærmere i slutten av diskusjonsdelen. I tillegg ser vi likheter mellom studiens resultater og den internasjonale forskningen som har tjent som grunnlag for undersøkelsen. Dette bidrar til å styrke studiens validitet.

Det er ingen åpenbare faktorer involvert som jeg tror kunne endret resultatene i stor grad og jeg har heller ingen grunn til å tro at elever i Bergen ville svart annerledes enn elever fra andre deler av landet. I tillegg har studier vist at bekvemmelighetsutvalg ofte gir pålitelige resultater som er svært like som resultatene fra studier med sannsynlighetsutvalg (Coppock et al., 2018). Følgelig kan det tenkes at undersøkelsens resultater har en viss form for overførbarhet til generaliteten.

3.8 Personvern og forskningsetiske prinsipper

I forskningsarbeid har forskere et spesielt ansvar overfor deltakerne som inngår i forskningen (NESH, 2021). Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH), trekker fram respekt av menneskeverd, sikkerhet og velferd som viktige forskningsetiske prinsipper. I følge loven om personopplysninger er man også som forsker ansvarlig for å gi visse typer informasjon, som hensikten med undersøkelsen, konfidensialitet, anonymitet og om retten til å nekte deltakelse eller muligheten til å trekke seg underveis (Personopplysningsloven, 2022).

Sentralt i forskningsetikken står informert samtykke (NESH, 2021). Det innebærer at forskeren både skal *gi* informasjon og *få* samtykke fra deltakerne i forskningsprosjektet. Informasjonen skal legges fram på en tydelig måte for å unngå at deltakere tar del i forskningen basert på mangelfull informasjon.

I forbindelse med oppstarten av datainnsamlingen i de ulike klassene holdt jeg derfor en kort orientering der jeg presenterte prosjektets hensikt og formål. Jeg informerte om at deltakelsen var anonym og frivillig, i tillegg til å invitere til å stille spørsmål dersom noe var uklart. Videre ble disse punktene gjentatt og understreket før elevene startet undersøkelsen. På den første siden av det digitale spørreskjemaet, bekreftet jeg på nytt prosjektets formål samt deltakernes anonymitet og frivillighet (se vedlegg 2). Det var viktig for meg å holde informasjonen kort og tydelig, slik at elevene ville finne det relevant og engasjerende nok til å lese gjennom. Hensikten var at deltakerne skulle være godt nok informert til å ta et fritt og veloverveid valg om å delta eller ikke.

NESH (2021) understreker at forskere som hovedregel skal få etisk samtykke fra alle som deltar i forskningen. Derfor la jeg opp til at elevene aktivt måtte gi sitt samtykke til deltakelse ved å trykke på en knapp i skjemaet. Ettersom datainnsamlingen foregikk etter nyttår var alle elevene fylt 16 år. I henhold til § 17 (b) i helseforskningsloven er personer mellom 16 og 18 år som hovedregel kompetente til å samtykke (Backe-Hansen, 2023). Derfor var det ikke nødvendig med samtykke fra deltakernes foreldre.

Respondentenes anonymitet var også tydelig informert om og godt ivaretatt. Det ble ikke samlet inn personopplysninger om elevene og det var derfor ikke mulig å knytte besvarelsene opp mot enkeltpersoner. I følge Datatilsynet (2023) defineres personopplysninger som navn, adresse, telefonnummer, e-post og fødselsnummer. Ingen av de nevnte ble samlet inn. Heller ikke informasjon om etnisk opprinnelse, politisk oppfatning, religion, genetikk eller andre sensitive personopplysninger ble elevene bedt om å oppgi i undersøkelsen. Elevene ble bare spurt om å svare på spørsmål om kjønn og valgt matematikk, noe som ikke er tilstrekkelig for å klare å identifisere respondentene. Informasjon om skole, klasse eller lærer skulle ikke oppgis av elevene i undersøkelsen. Jeg forteller heller ikke om disse opplysningene gjennom denne oppgaven. Elevenes brukte IP-adresse eller andre nettidentifikatorer ble heller ikke lagret i programmet brukt for spørreskjemaet. For innsamling av besvarelser ble det benyttet det nettbaserte programmet SurveyXact gjennom UiB sine lisensavtaler. Databehandleravtalen som eksisterer mellom programmet og UiB sikrer at spørreskjemaet ikke samler inn IP-adressene til respondentene.

Ettersom spørreundersøkelsen ikke samler inn identifiserende opplysninger så vil ikke undersøkelsen være omfattet av personopplysningsloven og var derfor ikke meldepliktig (Sikt, u.å.). Respondentenes personvern er dermed godt ivaretatt etter gjeldende lovverk og nødvendige tiltak for å sikre anonymitet ble gjennomført.

Et av punktene som NESH (2021) trekker fram er at «forskere har ansvar for å unngå at forskningsdeltakerne blir utsatt for skade og urimelig belastning som følge av forskningen». I spørreskjemaet ble det ikke stilt noen sensitive spørsmål og elevene kunne avbryte undersøkelsen underveis dersom de ønsket det.

Med tanke på etiske hensyn unngår også formålet med studien at elevene plasseres i et negativt lys. 1P- og 1T-elevene er ikke omtalt på ulike eller favoriserende måter og studien kan bidra til å tilpasse matematisk modellering på en bedre måte for begge elevgruppene. Studien har ikke til hensikt å fremstille noen i et negativt lys, og jeg vil sikre at ingen elevgrupper blir omtalt negativt i behandlingen av dataene. På denne måten unngår jeg at det kan oppstå negative konsekvenser for elever som deltar i forskningen.

4 Resultater

I denne delen av oppgaven presenteres resultatene av den gjennomførte studien. For å kunne bidra til å besvare studiens forskningsspørsmål har jeg benyttet de statistiske analysene Mann–Whitney U-test og Kendalls tau-test. I tillegg legges det fram flere sektordiagrammer som kan illustrere resultatene og dermed skape et helhetlig bilde av situasjonen. Resultatene som presenteres i teksten er de som kan bidra til å gi svar på forskningsspørsmålene. Øvrige resultater finnes i vedlegg. Alle de statistiske analysene er utført i programmet SPSS versjon 29.

4.1 Bakgrunnsvariabler

Tabell 4.1 og figur 4.1 viser at det var litt flere 1P-elever enn 1T-elever i utvalget. Følgelig vil de resultatene i analysen som skiller 1T- og 1P-elevene illustreres gjennom prosentvis fordeling eller ved hjelp av sektordiagrammer for å tydeliggjøre deres relative andeler heller enn deres absolutte tall. Figur 4.1 viser også at utvalget bestod av et flertall av jenter (59 %).

Tabell 4.1

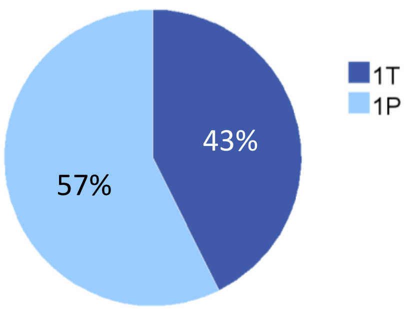
Fordeling Matematikkfag

Variabel	1T		1P	
	Antall	Prosent	Antall	Prosent
Matematikkfag	58	43 %	78	57 %

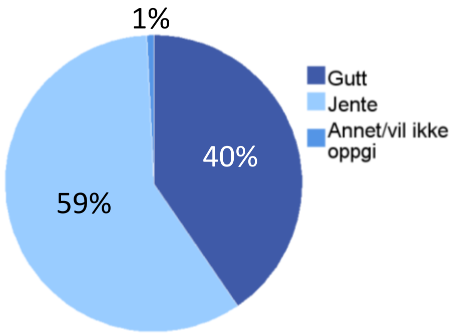
Figur 4.1

Fordeling Matematikkfag og Kjønn

Matematikkfag: Har du for øyeblikket 1T eller 1P?



Kjønn: Hvilket kjønn er du?



Fra Tabell 4.2 ser vi at 1T-gruppen har en litt høyere gjennomsnittskarakter enn 1P-gruppen. I tillegg er det noe større karakterspredning i 1P-gruppen.

Tabell 4.2

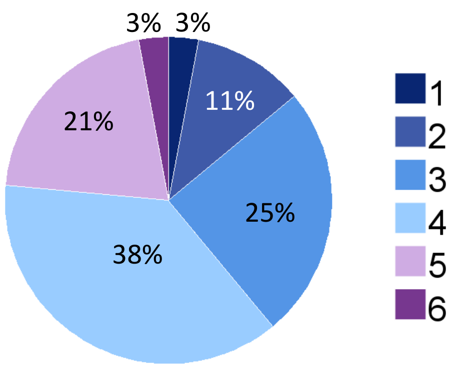
Deskriptive data for variabelen Karakter i 1T/1P

Variabel	1T		1P	
	Gjennomsnitt	Standardavvik	Gjennomsnitt	Standardavvik
Karakter	4.07	0.896	3.44	1.158

Figur 4.2 viser karakterfordelingen for hele utvalget. Elevene med karakterene 1, 2 og 3 utgjør 39 %, karakteren 4 utgjør 38 % og karakterene 5 og 6 utgjør 24 % av gruppen. Videre vil jeg for enkelthetens skyld omtale gruppen med karakterene 1, 2 og 3 som «lavt nivå», gruppen med karakteren 4 som «middels nivå» og gruppen med karakterene 5 og 6 som «høyt nivå».

Figur 4.2

Karakterfordelingen i utvalget



4.2 Nytteverdi

Under nytteverdi-konstruktet var det bare mulig å rangere kategoriene på Nytteverdi2, som vil si at variabelen var på ordinal-nivå. Følgelig er det bare gjort statistiske analyser på denne variabelen. Nytteverdi1 er derimot på nominal-nivå siden kategoriene ikke følger en naturlig rangering. Dermed kan den ikke inngå i statistiske analyser slik som ordinale variabler, men jeg har likevel kunnet bruke kategoriene til å dele respondentene inn i ulike grupper for å lete etter sammenhenger. Dette gjelder også for flere av de andre nominale variablene i analysen. Resultatene for samtlige av de nominale variablene er presentert i sektordiagram for å vise svarfordelingene på spørsmålene.

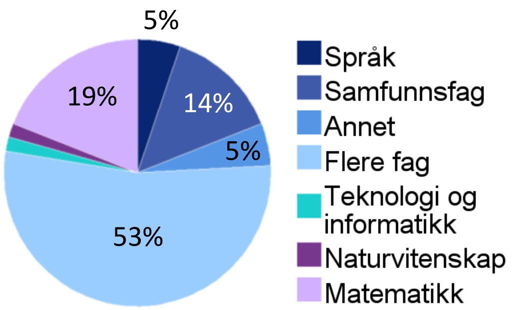
I figur 4.3 ser vi fordelingene på Nytteverdi1, med utgangspunkt i kategoriseringen som er brukt. Vi ser at en stor andel både i 1T- og 1P-gruppen har svart «Flere fag» (for eksempel: «matematikk og norsk»). I 1T-gruppen har en noe større andel svart «Matematikk» enn i 1P (19 % vs. 12 %), mens en betydelig større andel har svart «Språk» og «Idrett og helse» som sitt viktigste fag i 1P-gruppen.

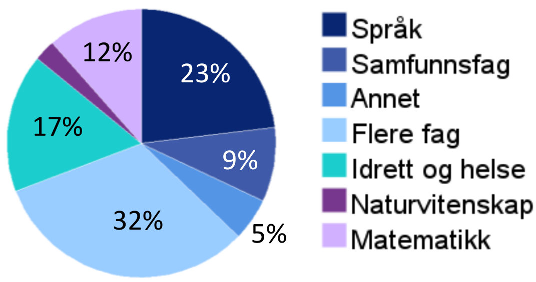
Figur 4.3

Diagram som viser svarfordeling på Nytteverdi1

1T	1P

Nytteverdi1: Hvilket fag på skolen tenker du på som mest nyttig? Hvorfor?





Svarene på Nytteverdi2 ble kategorisert inn i «Nei» (1), «Usikker» (2) og «Ja» (3), med de respektive verdiene i parentes. Resultatene fra Mann–Whitney U-testen er presentert i tabell 4.3. Tallene viser en statistisk signifikant forskjell på 0.001-nivå mellom svarene i 1T-gruppen og 1P-gruppen (p = 0.001). Som forklart i metodedelen, kan vi tolke dette som at det er svært lite sannsynlig at de observerte forskjellene mellom de to gruppene skyldes tilfeldigheter. Effektstørrelsen er 0.275 og regnes derfor som lav til moderat (like under moderat som er 0.3). Ettersom effektstørrelse er et mål på *hvor stor* forskjellen er mellom gruppene, kan dette antyde at den faktiske forskjellen er relativt beskjeden, selv om resultatene har stor statistisk signifikans. Slik vil jeg også tolke p-verdiene og effektstørrelsene for de øvrige analysene i resultatdelen. Figur 4.4 illustrerer svarfordelingen på Nytteverdi2 i de to gruppene.

Tabell 4.3

Mann–Whitney U-test for Nytteverdi2 med gruppevariabelen Matematikkfag (1T/ 1P)

Variabelkode	Beskrivelse av variabel	Gruppen som rapporterer høyest (rangering)	n_{1T}	n_{1P}	p-verdi (tosidig)	r (effekt-størrelse)
Nytteverdi2	**Matematikk i fremtiden**	**1T**	**58**	**78**	**0.001**	**0.275**

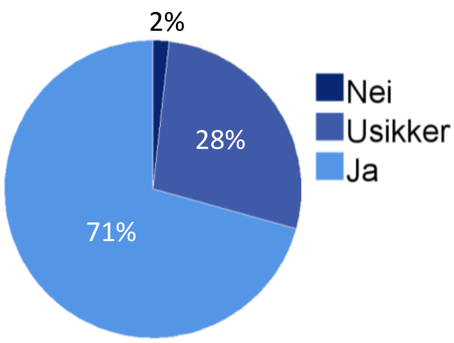
Variablene i fet skrift har statistisk signifikante p-verdier.

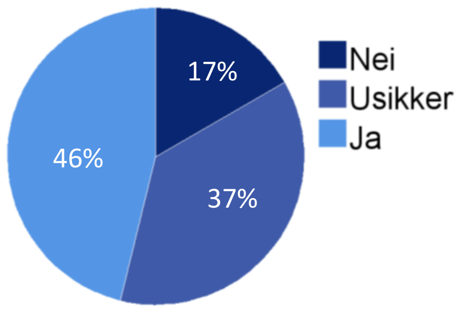
Figur 4.4

Diagram som viser svarfordelingen på Nytteverdi2 i 1T/1P

1T	**1P**

Nytteverdi2: Tenker du at du kommer til å bruke matematikk i fremtiden? Hvorfor eller hvorfor ikke?





Figur 4.4 viser at over halvparten av elevene i 1P-gruppen har svart at de enten ikke tror eller er usikker på om de tror at de vil få bruk for matematikk i fremtiden. Flere av deltakerne som havner inn under nei-kategorien, begrunner svaret med at kalkulatorer, teknologisk utvikling og kunstig intelligens vil føre til at de ikke kommer til å trenge matematikk i fremtiden. Noen av disse besvarelsene er presentert i tabell 4.4.

Tabell 4.4

Eksempler på nei-besvarelser på Nytteverdi2

1. *«Tror ikke det, har kalkulator til å regne ut det jeg trenger.»*
2. *«Nei det tror jeg absolutt ikke. Jeg er ikke så glad i matte og kommer ikke til å arbeide eller studere noe innenfor matematikk. Det er jo greit å kunne det grunnleggende, men alt utenfor det kommer jeg nok aldri til å bruke igjen etter videregående.»*
3. *«Nei jeg tror ikke jeg trenger det noe særlig annet en pluss og minus fordi det er ingen steder man trenger å regne ut ting selv og hvis det er det har man kalkulator.»*

Figur 4.4 viser også at 28 % i 1T og 37 % i 1P er usikre på om de vil trenge matematikk i fremtiden. Noen av svarene som faller inn under kategorien «usikker» er presentert i tabell 4.5.

Tabell 4.5

Eksempler på usikker-besvarelser på Nytteverdi2

1. *«Kommer an på hva jeg vil bli, men mest sannsynlig ikke.»*
2. *«Jeg kommer til å trenge litt av det, men ikke det meste som vi gjør på videregående.»*
3. *«Noe av det, men ikke så mye av det vi lærer nå, fordi det er ikke så viktig.»*
4. *«Ja og nei. Jeg vet at jeg trenger denne matematikken for å komme inn på et universitet jeg vil på, men ser jeg lengre enn det altså i den vanlige hverdagen min langt i framtiden vil jeg si at jeg ikke vil trenge matematikk.»*

Mange av svarene i datamaterialet fremhever at de vil trenge grunnleggende matematikk senere i livet, som det å beherske de fire regneartene, men at de ikke vil få bruk for matematikken som de lærer på videregående skole.

4.3 Holdninger til modelleringsoppgaver

Svaralternativene for de syv holdningsspørsmålene fulgte en Likert-skala med følgende svaralternativer i spørreskjemaet: svært uenig (1), uenig (2), enig (3), svært uenig (4). Tallene i parentes er de tilhørende verdiene som er brukt i analysen. På grunn av negativ korrelasjon for variabelen Holdning1, reverserte jeg verdiene til: svært enig (1), enig (2), uenig (3), svært uenig (4), for akkurat denne variabelen. For å muliggjøre en oversiktlig sammenligning av mine resultater med den svenske studien utført av Frejd og Ärlebäck (2011), presenterer jeg også sentralmål for holdningsvariablene, i tillegg til de øvrige analysene. Presentasjon av sentralmål er bare gjort for holdningsvariablene. I tabell 4.6 er disse presentert. Ettersom variablene er på ordinalnivå presenterer jeg median og modus, i tillegg til beregnet gjennomsnitt og standardavvik. Som tidligere nevnt må målene tolkes med varsomhet, da variablene er på ordinalnivå og man antar like avstander mellom svaralternativene.

Tabell 4.6

Sentralmål holdningsvariabler (gjennomsnittsverdien er 2.5)

Variabelkode	Beskrivelse av variabel	Median	Modus	Gjennomsnitt	Standardavvik
Holdning1	Oppleves som gøye	Enig	Enig	2.55	0.758
Holdning2	Oppleves som lette	Uenig	Uenig	2.14	0.742
Holdning3	Oppleves som interessante	Enig	Enig	2.54	0.759
Holdning4	Må bruke matematikk	Enig	Enig	2.88	0.764
Holdning5	Egnethet for VGs	Enig	Enig	2.54	0.825
Holdning6	Arbeider ofte med lignende	Uenig	Uenig	1.93	0.691
Holdning7	Ønsker oftere	Enig	Enig	2.57	1.001

Fra sentralmålene på variablene Holdning1, Holdning3, Holdning4, Holdning5 og Holdning7 i tabell 4.6, ser vi at både medianen og det vanligste svaret på disse påstandene er «enig». Gjennomsnittsverdiene er for alle disse variablene over snittet på 2.5. Både Holdning2 og Holdning6 viser at flest har svart «uenig» på påstandene om at oppgavene var lette og at de ofte har arbeidet med lignende oppgaver på videregående skole.

I tabell 4.7 presenteres eventuelle forskjeller mellom 1T- og 1P-gruppen på de samme holdningsspørsmålene som i tabell 4.6, ved å vise resultatene fra Mann–Whitney U-testen gruppert etter matematikkfag. Testen viser at det finnes svake statistisk signifikante forskjeller på 0.05-nivå mellom 1T- og 1P-gruppen på variablene Holdning1 (p = 0.044) og Holdning3 (p = 0.011). Effektstørrelsene regnes begge som lave, på henholdsvis 0.172 og 0.217. Testen viser at det ikke finnes noen signifikante forskjeller mellom 1T- og 1P-gruppen når det gjelder påstanden om at oppgavene var lette (Holdning2). Jeg vil også trekke fram at 1P-gruppen rapporterte høyest rangering på Holdning7, selv om denne forskjellen var langt fra statistisk signifikant.

Tabell 4.7

Mann–Whitney U-test for holdningsvariabler med gruppevariabelen Matematikkfag (1T/ 1P)

Variabelkode	Beskrivelse av variabel	Gruppen som rapporterer høyest (rangering)	n_{1T}	n_{1P}	p-verdi (tosidig)	r (effekt-størrelse)
Holdning1	**Oppleves som gøye**	**1T**	**58**	**78**	**0.044**	**0.172**
Holdning2	Oppleves som lette	1T	58	78	0.141	0.126
Holdning3	**Oppleves som interessante**	**1T**	**58**	**78**	**0.011**	**0.217**
Holdning4	Må bruke matematikk	1P	58	78	0.988	>0.001
Holdning5	Egnethet for VGs	1T	58	78	0.772	0.025
Holdning6	Arbeider ofte med lignende	1P	58	78	0.068	0.157
Holdning7	Ønsker oftere	1P	58	78	0.616	0.043

Variablene i fet skrift har statistisk signifikante p-verdier.

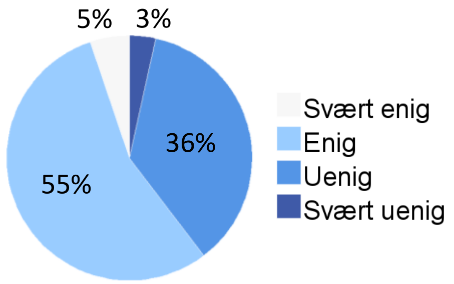
Svarfordelingen på noen av holdningsvariablene er også illustrert i figur 4.5. De resterende holdningsvariablene presenteres i Vedlegg 3.

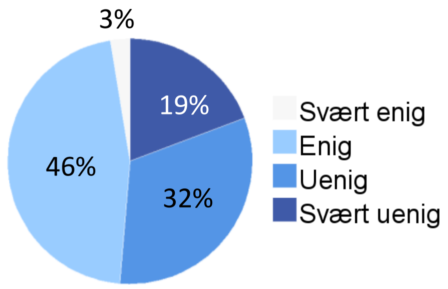
Figur 4.5

Diagrammer som viser svarfordeling på holdningsspørsmål

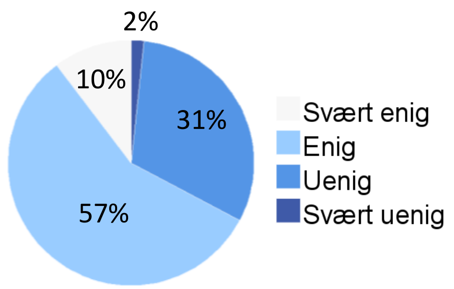
1T	1P

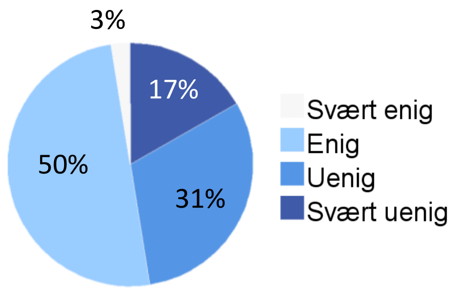
Holdning1: Jeg opplever oppgavene i testen som gøye.



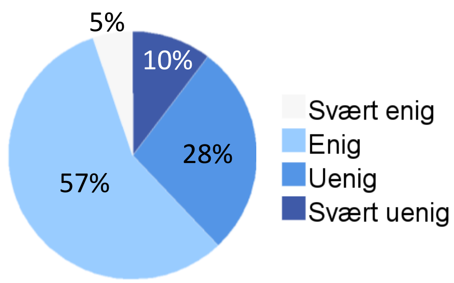


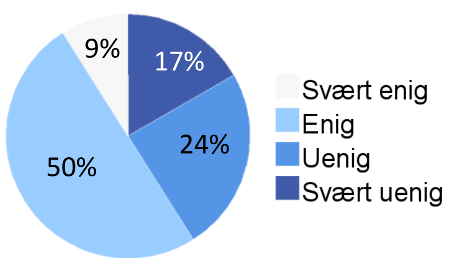
Holdning3: Jeg opplever oppgavene i testen som interessante.



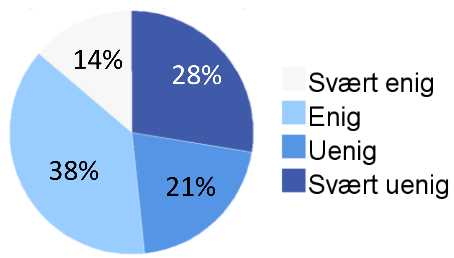


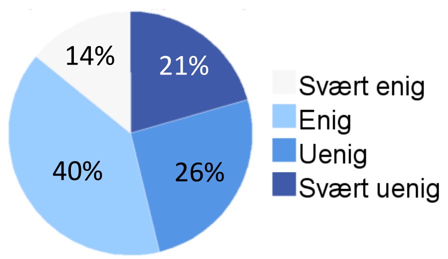
Holdning5: Jeg tenker at denne typen oppgaver er godt egnet for videregåendeskolematematikk.





Holdning7: Jeg ønsker å arbeide med slike oppgaver oftere i videregåendeskolematematikken.





4.4 Forestillinger matematikk

ForestillingMatematikk1, -3, -5 og -6 er alle på nominal-nivå og kunne derfor ikke rangeres. Disse variablene har dermed hovedsakelig blitt brukt til å dele respondentene inn i grupper for å se etter sammenhenger. De ordinale variablene ForestillingMatematikk2, -4 og -7, er blitt brukt som mål på forskjellene mellom de ulike respondentgruppene og har dermed gjennomgått statistiske analyser, som Mann–Whitney U-test og Kendalls tau-test. Svarene på de ordinale variablene er sortert i kategoriene «Nei» (1), «Usikker» (2) og «Ja» (3), med de respektive verdiene i parentes.

Ser vi på respondentenes besvarelser med utgangspunkt i matematikkfaget de har valgt, observerer vi store ulikheter. I tabell 4.8 presenteres resultatene på Mann–Whitney U-testen med valgt matematikkfag som gruppevariabel. Her ser vi at det finnes statistisk signifikante forskjeller på variablene ForestillingMatematikk2 ($p < 0.001$) og ForestillingMatematikk4 ($p < 0.001$) på 0.001-nivå. ForestillingMatematikk4 har medium effektstørrelse og ForestillingMatematikk2 har medium til stor effektstørrelse. Elevene som har valgt matematikkfaget 1T ser ut til å ha betydelig større interessere for matematikk og for faget matematikk. På spørsmålet om deltakerne har fått bruk for matematikken de har lært på skolen i hverdagslivet eller på andre områder finnes det ikke signifikante forskjeller mellom elevene i 1T og 1P.

Tabell 4.8

Mann–Whitney U-test for forestillinger matematikk med gruppevariabelen Matematikkfag (1T/ 1P)

Variabelkode	Beskrivelse av variabel	Gruppen som rapporterer høyest (rangering)	n_{1T}	n_{1P}	p-verdi (tosidig)	r (effekt-størrelse)
ForestillingMatematikk2	**Interessert i matematikk**	**1T**	**58**	**78**	**<0.001**	**0.476**
ForestillingMatematikk4	**Interessert i faget matematikk**	**1T**	**58**	**78**	**<0.001**	**0.358**
ForestillingMatematikk7	Fått bruk for matematikk	1P	58	78	0.904	0.010

Variablene i fet skrift har statistisk signifikante p-verdier. De har effektstørrelse over medium (0.30). ForestillingMatematikk2 har effektstørrelse rett under høy (0.50).

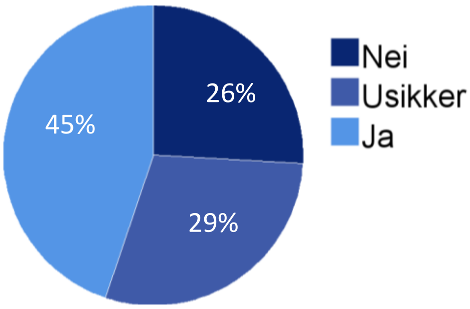
Svarfordelingene på spørsmålene med signifikante forskjeller er presentert i figur 4.6.

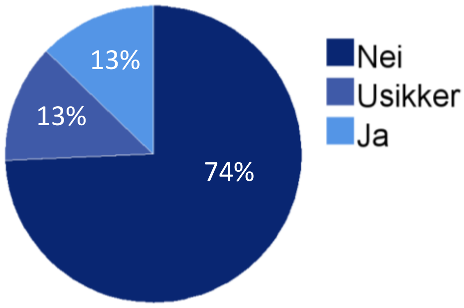
Figur 4.6

Diagrammer som viser svarfordeling på forestillinger matematikk med signifikant p-verdi

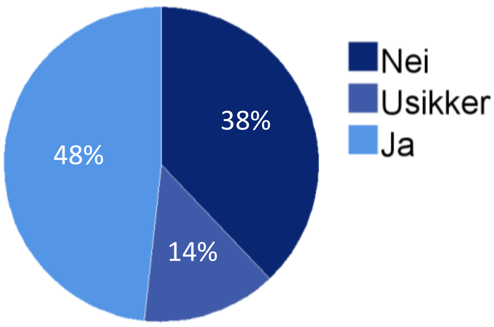
1T	1P

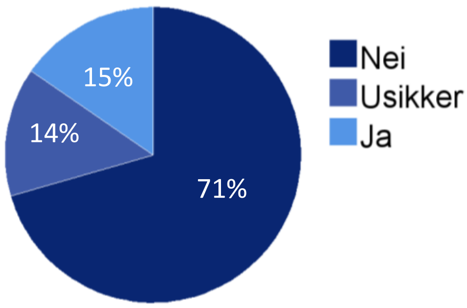
ForestillingMatematikk2: Er du interessert i matematikk? Hvis ja, hva er du spesielt interessert i?





ForestillingMatematikk4: Er du interessert i faget matematikk på skolen? Hvis ja, hvorfor? Hvis ikke. Hvorfor ikke?





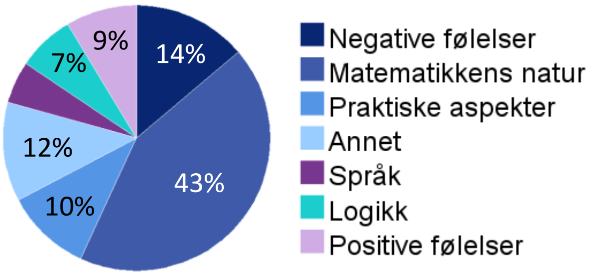
Resultatene for de nominale variablene, ForestillingMatematikk1 og ForestillingMatematikk6, er presentert i figur 4.7. Diagrammet som representerer ForestillingMatematikk1 viser at 43 % av besvarelsene i 1T og 28 % av besvarelsene i 1P havner inn under kategorien «Matematikkens natur» (forklarer matematikk som læren om tall, regning med tall, funksjoner, uttrykk osv.). Vi ser også at den nest største svarandelen i 1T (14 %) og den største andelen av besvarelsene i 1P (36 %) plasseres i kategorien «Negative følelser». Eksempelbesvarelser fra denne kategorien er vist i tabell 4.9.

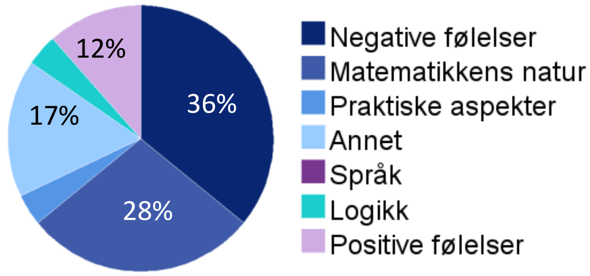
Figur 4.7

Diagrammer som viser svarfordeling på forestillinger matematikk etter kategori

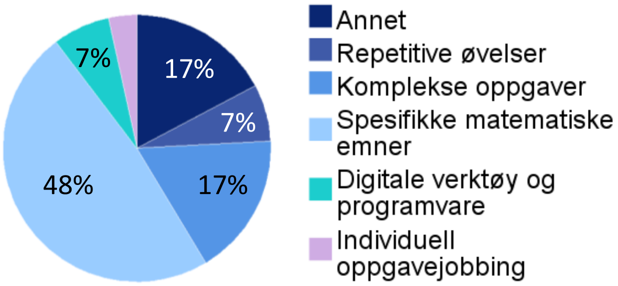
1T	1P

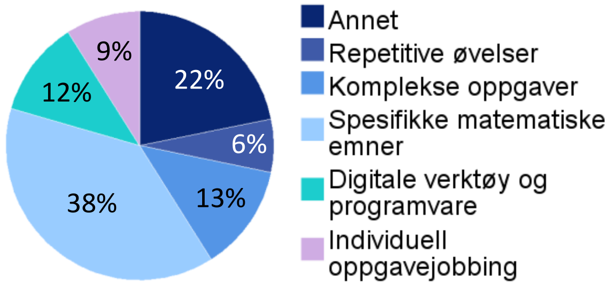
ForestillingMatematikk1: Hva er matematikk etter din mening? Beskriv med noen setninger.





ForestillingMatematikk6: Beskriv temaer, oppgaver og aktiviteter i matematikktimen som gjør deg motløs eller gjør at du kjeder deg (maks 3).





Tabell 4.9

Eksempler på besvarelser i kategorien «Negative følelser» på ForestillingMatematikk1

1. *«Matte er vanskelig.»*
2. *«Jeg synes at matte er noe dritt, og det er alt for mye å gå gjennom i løpet av et år når du har 1T.»*
3. *«Helt forferdelig.»*
4. *«Matematikk er et fag, det er vanskelig og mange sliter med det. Det finnes som regel bare 1 fasit og en riktig metode.»*

5. *«Det er greit men av og til altfor vanskelig, og noe er helt unødvendig. Når i fremtiden skal jeg få bruk for å regne ut lineære funksjoner?»*

6. *«Kjedelig, frustrerende, unyttig.»*

7. *«Unødvendig fag som nesten alle synes er vanskelig og unødvendig med tanke på temaene i faget.»*

8. *«Personlig liker jeg ikke matte så mye. Litt fordi jeg ikke er så kjempegod i det.»*

9. *«Masse tall og bokstaver som er vanskelig.»*

10. *«Matematikk er tall etter min mening og det er ganske vanskelig her på videregående. Jeg ser for meg mange vanskelige regnestykker som man må se lenge på for å klare.»*

Når respondentene blir bedt om å forklare hva matematikk er etter deres personlige mening, er det svært mange som beskriver det med ordet «vanskelig». Mange understreker også at de lærer mye unødvendig og unyttig i matematikkfaget på videregående. Flere forklarer matematikk med negative ord, som «noe dritt» og «noe forferdelig». Senere i resultatdelen vil jeg presentere hvordan elevene som har svart innenfor kategorien «Negative følelser», har respondert på andre spørsmål.

I figur 4.7 ser vi også at de temaene, oppgavene og aktivitetene i matematikktimen som gjør elevene motløs eller som gjør at de kjeder seg, både i 1T og 1P, i størst grad er «Spesifikke matematiske emner» og «Annet». Førstnevnte kategori inneholder svar som peker på konkrete temaer innenfor matematikk, eksempelvis algebra, funksjoner, måleenheter, statistikk og brøk. 17 % i 1T og 13 % i 1P svarer også innenfor kategorien «Komplekse oppgaver». Noen eksempler som hører til denne kategorien er presentert i tabell 4.10.

Tabell 4.10

Eksempler på besvarelser i kategorien «Komplekse oppgaver» på ForestillingMatematikk6

1. *«Eksamensoppgaver og tunge tekstoppgaver.»*

2. *«Hvis en oppgaver er for vanskelig, er for åpen.»*

3. *«De oppgavene vi fikk nå.»*

4. *«Vanskelige oppgaver uten forklaring.»*

5. *«Løse tekstoppgaver der man må finne oppgaven i teksten selv.»*

6. *«Jeg synes tekstoppgaver er veldig kjedelig fordi jeg klarer ikke å tolke dem og får det ikke til.»*

7. *«Veldig store modelleringsoppgaver eller oppgaver som er skikkelig grubliser, eller som er over mitt nivå.»*

8. *«Modellering eller oppgaver der man skal skrive mye (refleksjon). Jeg synes modellering kan være veldig kjedelig og hvert fall når det er oppgaver der du ikke får noe tall og alle skal gjette sine egne tall. Liker at det er fasit. Samme med refleksjon er liksom ikke matematikk.»*

Flere av respondentene trekker fram at de ikke liker tekstoppgaver eller oppgaver der det ikke er tydelig hvordan man skal gå fram for å løse oppgaven. I tillegg bruker elevene ord som «vanskelige», «tunge» og «kjedelige» i forklaringene sine. Noen peker også på modelleringsoppgaver generelt eller de oppgavene som de akkurat hadde arbeidet med. Her vil jeg understreke at andelen svar innenfor denne kategorien er litt større i 1T sammenlignet med 1P (17 % vs. 13 %).

4.5 Forestillinger modellering

Blant de to variablene under forestillinger modellering var det ForestillingModellering1 som var på ordinal-nivå. Det var også bare ved denne variabelen at det dukket opp sammenhenger som kunne bidra inn mot funnene mine. Tabell 4.11 viser Mann–Whitney U-testen for variabelen med valgt matematikkfag som gruppevariabel. Den ga ikke statistisk signifikante verdier. Følgelig kan vi ikke anta noen forskjeller mellom 1T-gruppen og 1P-gruppen på dette spørsmålet.

Tabell 4.11

Mann–Whitney U-test for forestillinger modellering med gruppevariabelen Matematikkfag (1T/ 1P)

Variabelkode	Beskrivelse av variabel	Gruppen som rapporterer høyest (rangering)	n_{1T}	n_{1P}	p-verdi (tosidig)	r (effekt-størrelse)
ForestillingModellering1	Hørt om modellering før	1P	58	78	0.153	0.122

Ingen statistisk signifikante p-verdier.

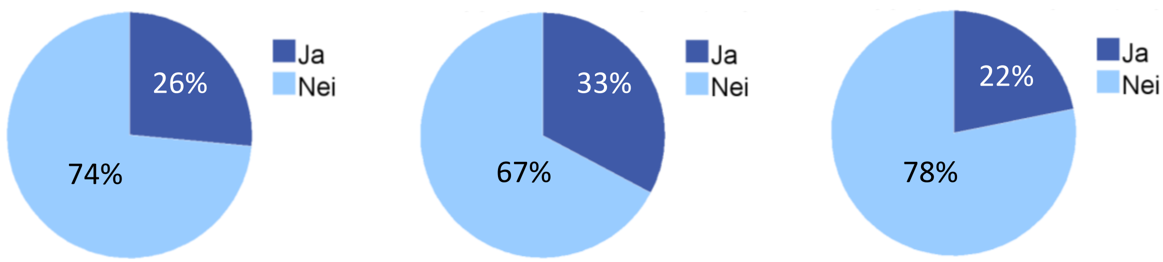
I figur 4.8 er resultatet for ForestillingModellering1 både presentert for 1T- og 1P-elevene adskilt, og for utvalget i sin helhet. Årsaken er at dette vil gjøre sammenligninger med andre studier enklere. Her ser vi at 74 % av utvalget ikke har møtt på ordet «matematisk modellering» under deres tid på videregående skole. Det er noen flere i 1T sammenlignet med 1P som svarer «ja» på spørsmålet, men forskjellene er ikke signifikante.

Figur 4.8

Fordeling ForestillingModellering1

Alle	**1T**	**1P**

ForestillingModellering1: Har du noen gang møtt på ordet «matematisk modellering» under din tid på videregående?



4.6 Andre sammenhenger: Holdninger til modelleringsoppgaver

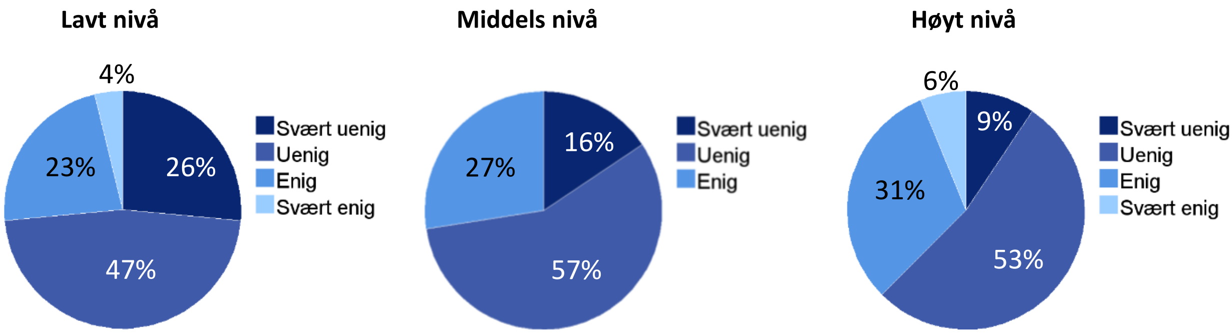
For å undersøke om det eksisterer flere sammenhenger enn dem som er vist ved å dele utvalget inn etter gruppene 1T og 1P, er det aktuelt å se på datamaterialet fra flere innfallsvinkler. I dette og i de neste delkapitlene vil jeg betrakte andre variabler enn valgt matematikkfag, som prestasjonsnivå eller grupper med bestemte forestillinger, når jeg undersøker dataene. Her bruker jeg altså kategoriene fra variablene på nominal-nivå til å dele respondentene inn i ulike grupper. Jeg bruker blant annet sammenhenger fra Kendalls tau-testen som utgangspunkt for relasjoner jeg kan undersøke nærmere.

Jeg fant mange korrelasjoner mellom de ulike holdningsvariablene på 0.001-nivå fra korrelasjonsundersøkelsen (se vedlegg 4). Den eneste variabelen som korrelerer med Karakterer er Holdning2 (lette), med en tosidig p-verdi på 0.031 og korrelasjonskoeffisient på 0.160. Sammenhengen er presentert i figur 4.9, sammen med svarfordelingen for Holdning5 (egnet for vgs.) og Holdning7 (ønsker oftere). Som tidligere nevnt deler jeg inn elevene med karakterene 1, 2 og 3 i gruppen «lavt nivå», elevene med karakteren 4 som «middels nivå» og dem med karakterene 5 og 6 på «høyt nivå». Her ser vi at svarene på Holdning2 (lette) endrer seg i stor grad etter nivå. Forskjellene er ikke signifikante for Holdning5 (egnet for vgs.) og Holdning7 (ønsker oftere). 51 % av elevene på både lavt og middels nivå og 60 % av elevene på høyt nivå ønsker å arbeide mer med slike oppgaver. 15 % av elevene på lavt nivå valgte alternativet «svært enig». I tillegg svarte 9 % av denne gruppen også «svært enig» på Holdning5 (egnet for vgs.), som var lik andelen for det samme alternativet for elevene på høyt nivå.

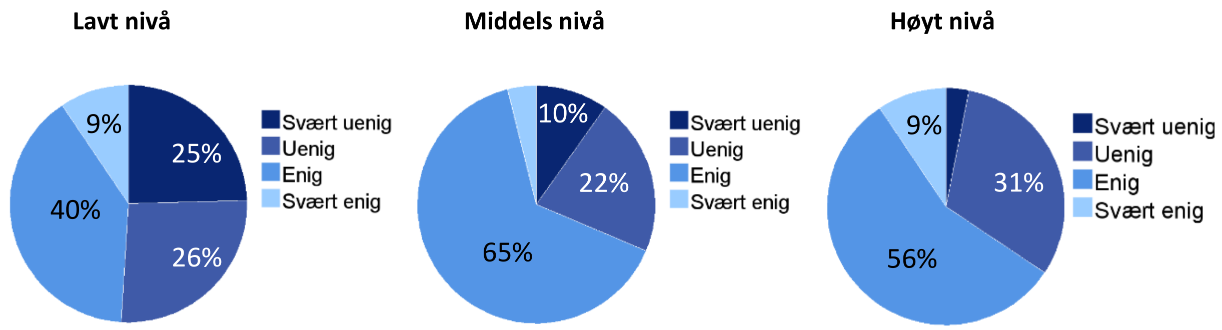
Figur 4.9

Diagrammer som viser svarfordeling på holdningsspørsmål etter nivå

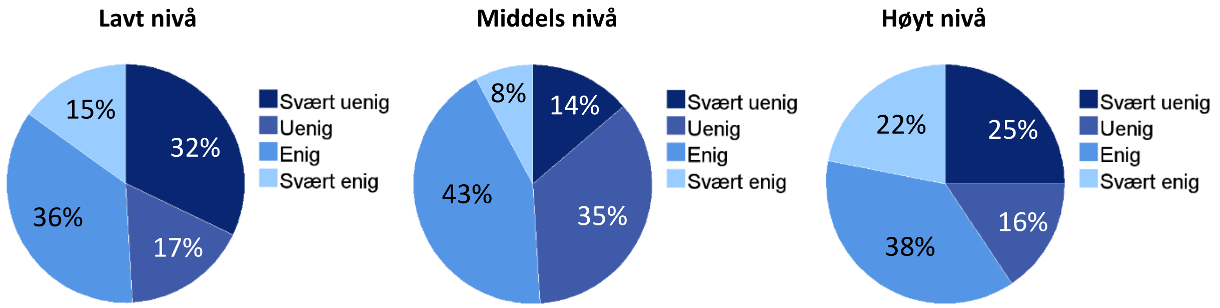
Holdning2: Jeg opplever oppgavene i testen som gøye lette.



Holdning5: Jeg tenker at denne typen oppgaver er godt egnet for videregåendeskolematematikk.



Holdning7: Jeg ønsker å arbeide med slike oppgaver oftere i videregåendeskolematematikken.



4.7 Sammenhenger mellom forestillinger og holdninger til modellering

Fra tabell 4.12 ser vi at samtlige forestillingsvariabler korrelerer med holdningsvariabler på et høyt signifikansnivå. Alle de ordinale forestillingsvariablene korrelerte også med Karakter.

Tabell 4.12

Oversikt over statistisk signifikante verdier fra Kendalls tau-test

Kode for variabel	Kode for variabel	Korrelasjonskoeffisient	p-verdi (tosidig)
Holdning1	ForestillingMatematikk2	0.239**	0.002
Holdning3	ForestillingMatematikk2	0.248**	0.001
Holdning3	ForestillingMatematikk4	0.205**	0.009
ForestillingMatematikk2	Karakter	0.301**	<0.001
ForestillingMatematikk4	Karakter	0.266**	<0.001
ForestillingMatematikk7	Karakter	0.182*	0.015

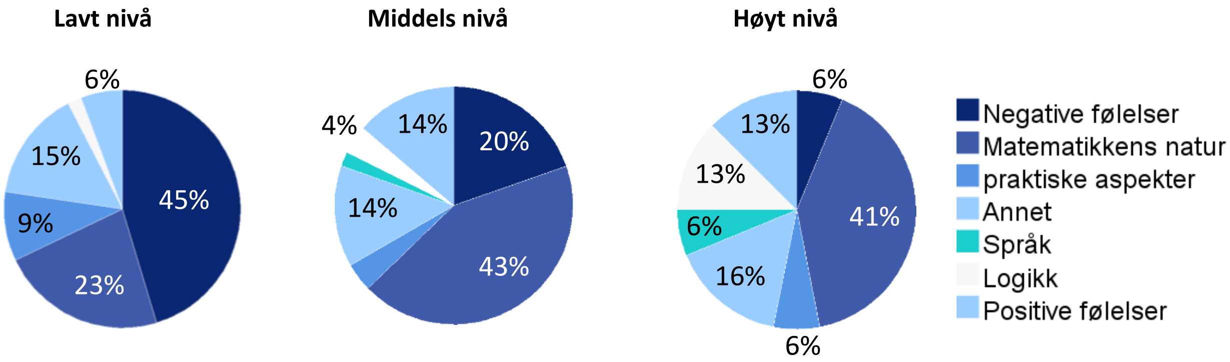
**Korrelasjon er på signifikansnivå 0.01 (tosidig)
*Korrelasjon er på signifikansnivå 0.05 (tosidig)

ForestillingMatematikk1 var på nominal-nivå og kunne derfor ikke analyseres med Kendalls tau-test, men i figur 4.10 ser vi en klar sammenheng mellom tanker om hva matematikk er og prestasjonsnivå. Illustrasjonen viser at elevenes oppgitte karakter synker i takt med andelen som har svart innenfor kategorien «Negative følelser» på ForestillingMatematikk1. 45 % av elevene på lavt nivå svarer innenfor «Negative følelser», mens på middels og høyt nivå havner henholdsvis 20 % og 6 % av respondentene innenfor kategorien.

Figur 4.10

Svarfordeling på ForestillingMatematikk1 etter nivå

ForestillingMatematikk1: Hva er matematikk etter din mening? Beskriv med noen setninger.



For å undersøke sammenhenger mellom forestillinger og holdninger nærmere, ble elevgruppen som svarte innenfor «Negative følelser» på Forestillingmatematikk1 (hva er matte), videre analysert som én gruppe. I tabell 4.13 ser vi resultatene fra Mann–Whitney U-testen for holdningsspørsmålene gruppert etter inndelingen «Negative følelser» og «Resten».

Tabell 4.13

Mann–Whitney U-test for holdningsvariabler med gruppevariabelen negative følelser/resten

Variabelkode	Beskrivelse av variabel	Gruppen som rapporterer høyest (rangering)	Negative følelser	Resten	p-verdi (tosidig)	r (effekt-størrelse)
Holdning1	**Oppleves som gøye**	**Resten**	**36**	**100**	**0.002**	**0.270**
Holdning2	Oppleves som lette	Resten	36	100	0.233	0.102
Holdning3	**Oppleves som interessante**	**Resten**	**36**	**100**	**0.003**	**0.254**
Holdning4	**Må bruke matematikk**	**Resten**	**36**	**100**	**0.024**	**0.194**
Holdning5	**Egnethet for VGs**	**Resten**	**36**	**100**	**0.037**	**0.179**
Holdning6	Arbeider ofte med lignende	Negative	36	100	0.922	>0.01
Holdning7	Ønsker å arbeide med dem	Resten	36	100	0.265	0.096

Variablene i fet skrift har statistisk signifikante p-verdier.

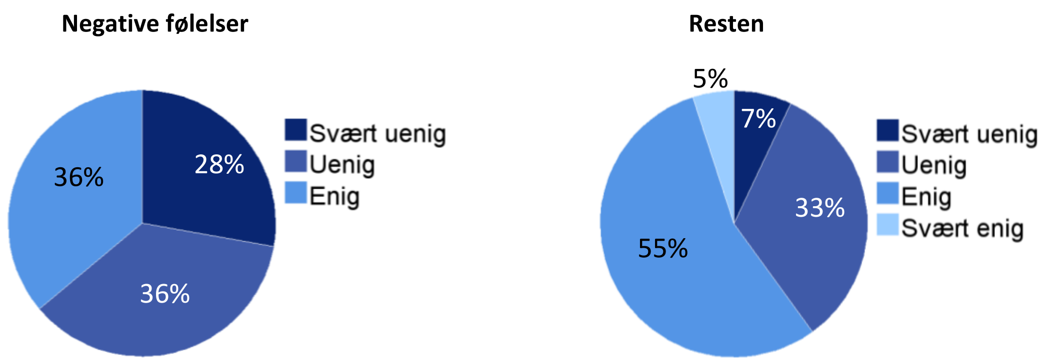
Vi ser at gruppen «Negative følelser» svarer ulikt fra resten av utvalget på samtlige holdningsspørsmål, med flere signifikante forskjeller. Figur 4.11 presenterer noen illustrerende eksempler. Her ser vi at ingen av dem svarer «svært enig» og bare 36 % svarer «enig» på Holdning1 (gøye). Det vil si at 64 % svarte «uenig» eller «svært uenig». Dette skiller seg fra resten av gruppen som i større grad er på «enig-siden» (60 %). Vi ser at elevene med negative følelser for matematikk også opplever modelleringsoppgavene som mindre interessante enn de andre.

Figuren viser også svarfordelingene på spørsmålene om oppgavene er godt egnet for videregående skole og om de ønsker å arbeide oftere med dem i skolen. Holdning5 (egnet for vgs.) viser en svak tendens i forskjeller på svarfordelingene, mens Holdning7 (ønsker oftere) ikke viser betydningsfulle forskjeller mellom gruppene.

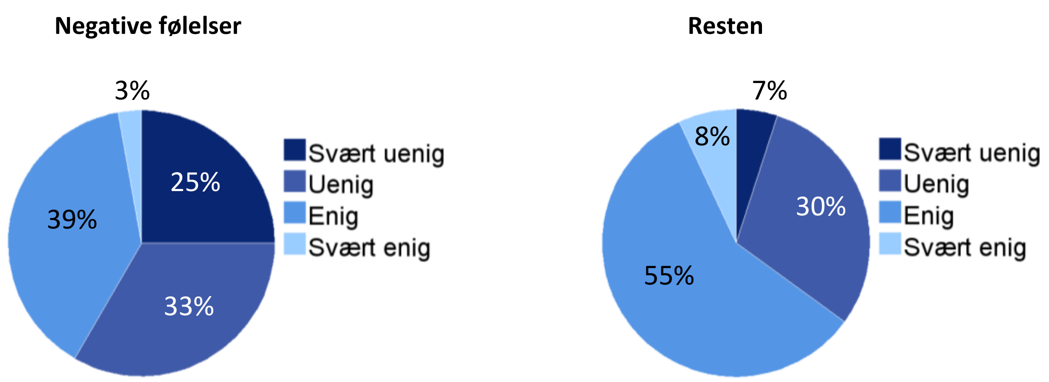
Figur 4.11

Filter på holdningsvariabler: Negative følelser rundt matematikk

Holdning1: Jeg opplever oppgavene i testen som gøye.

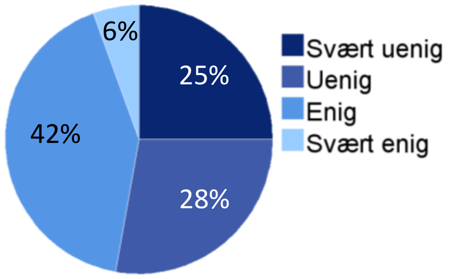


Holdning3: Jeg opplever oppgavene i testen som interessante.

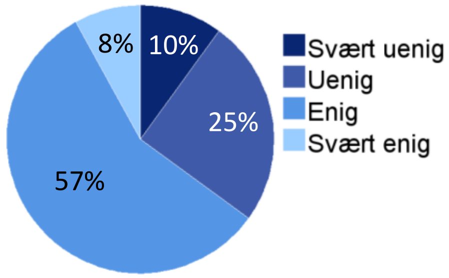


Holdning5: Jeg tenker at denne typen oppgaver er godt egnet for videregåendeskolematematikken.

Negative følelser

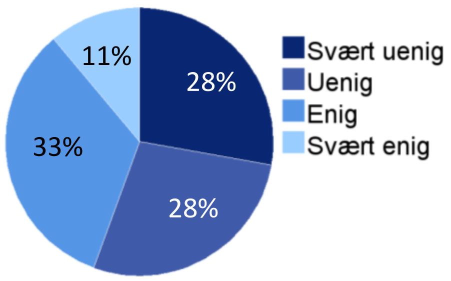


Resten

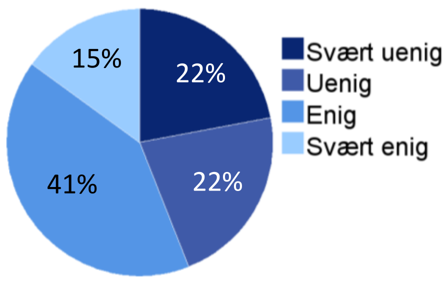


Holdning7: Jeg ønsker å arbeide med slike oppgaver oftere i videregåendeskolematematikken.

Negative følelser



Resten



4.8 Sammenhenger mellom opplevd nytteverdi og holdninger til modellering

Tabell 4.14 viser flere korrelasjoner på 0.01- og 0.05-nivå mellom Nytteverdi2 (matte i fremtiden) og andre variabler. Blant holdningsspørsmålene var det bare Holdning1 (gøye) som ga signifikante verdier, mens Nytteverdi2 korrelerte med alle forestillingsvariablene som ble analysert i korrelasjonstesten. Det ser ut til at det er en sammenheng mellom respondentenes tanker om de vil få bruk for matematikk i fremtiden og deres matematiske forestillinger. Elevenes karakterer korrelerer også i stor grad med Nytteverdi-variabelen.

Tabell 4.14

Oversikt over statistisk signifikante verdier fra Kendalls tau-test

Variabelkode1	Variabelkode2	Korrelasjonskoeffisient	p-verdi (tosidig)
Holdning1	Nytteverdi2	0.155*	0.049
Nytteverdi2	ForestillingMatematikk2	0.241**	0.002
Nytteverdi2	ForestillingMatematikk4	0.201*	0.011
Nytteverdi2	ForestillingMatematikk7	0.189*	0.017
Nytteverdi2	Karakter	0.199**	0.009

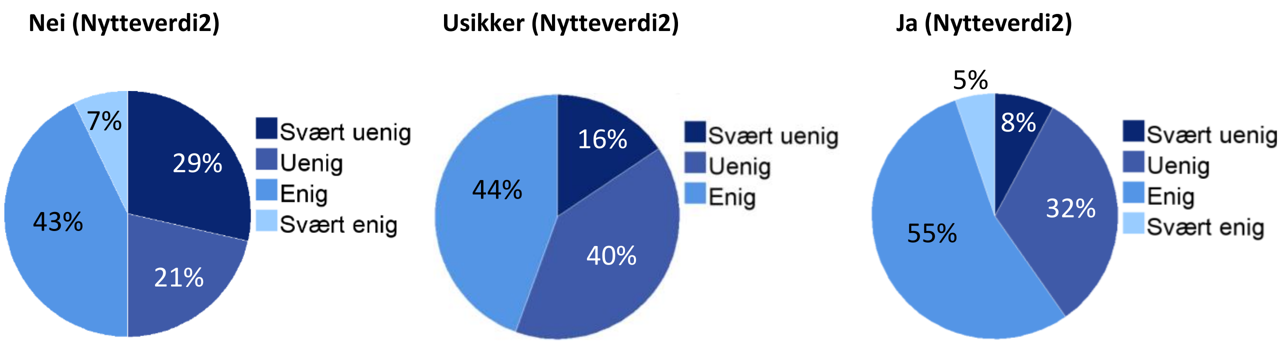
**Korrelasjon er på signifikansnivå 0.01 (tosidig)
*Korrelasjon er på signifikansnivå 0.05 (tosidig)

En illustrasjon av sammenhengen mellom Holdning1 og Nytteverdi2 er vist i figur 4.12. Her ser vi at elevene som svarer at de tror at de vil få bruk for matematikk i fremtiden i større grad har svart at de opplevde oppgavene som gøye, sammenlignet med elevene som er usikre eller som ikke tror de vil få bruk for matematikk i fremtiden. I figuren er sammenhengen mellom Nytteverdi2 (matte i fremtiden), og Holdning5 (egnet for vgs.) og Holdning7 (ønsker oftere) også illustrert.

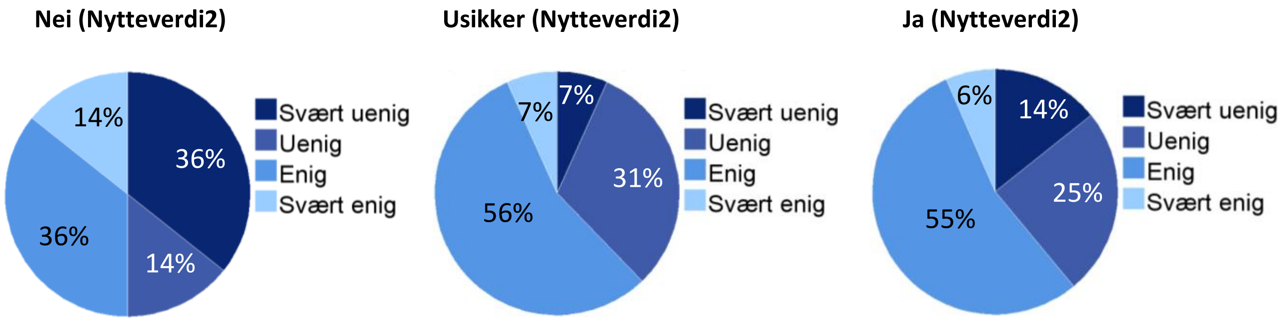
Figur 4.12

Svar på holdningsvariabler sortert etter om respondenten svarte ja, nei eller usikker på Nytteverdi2 (Tenker du at du vil få bruk for matematikk i fremtiden?)

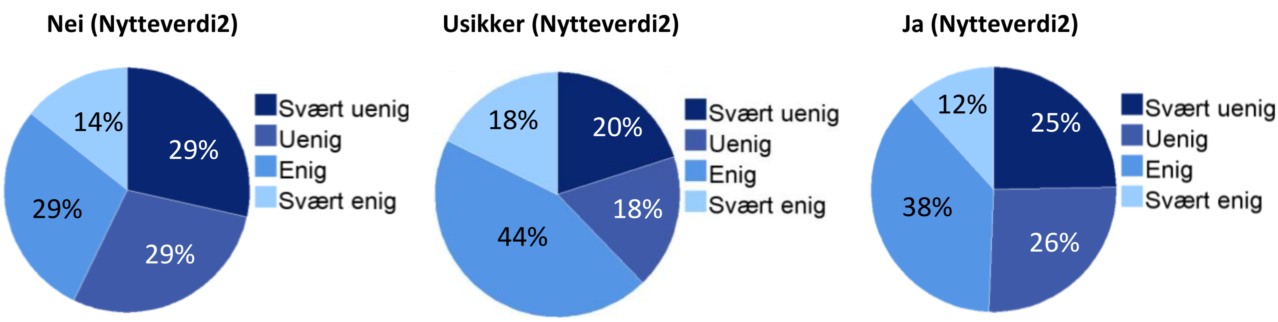
Holdning1: Jeg opplever oppgavene i testen som gøye.



Holdning5: Jeg tenker at denne typen oppgaver er godt egnet for videregåendeskolematematikken.



Holdning7: Jeg ønsker å arbeide med slike oppgaver oftere i videregåendeskolematematikken.



På Nytteverdi1 (Hvilket fag er mest nyttig) var «Flere fag» klart dominerende. For å undersøke elevenes opplevde nytteverdi av matematikk nærmere, lagde jeg derfor en ny inndeling av utvalget basert på om respondenten hadde nevnt matematikk som en del av besvarelsen eller ikke. Den nye inndelingen ble da «Nevner matte» og «Nevner ikke». Denne grupperingen brukte jeg til å utføre Mann–Whitney U-testen. Resultatene er presentert i tabell 4.15. Her ser vi flere signifikante forskjeller mellom de som nevner matematikk og ikke, og deres respons på holdningsspørsmålene. Gruppen som nevner matte som det mest nyttige eller et av de mest nyttige fagene på skolen scorer høyere på nesten alle holdningsspørsmålene. Det vil si at de også er mest positive til modelleringsoppgavene.

Tabell 4.15

Mann–Whitney U-test for holdningsvariabler med gruppevariabelen nevner matematikk/nevner ikke, på Nytteverdi1

Variabelkode	Beskrivelse av variabel	Gruppen som rapporterer høyest (rangering)	Nevner matte	Nevner ikke	p-verdi (tosidig)	r (effekt-størrelse)
Holdning1	**Oppleves som gøye**	**Nevner matte**	**64**	**72**	**0.016**	**0.206**
Holdning2	Oppleves som lette	Nevner matte	**64**	**72**	0.075	0.153
Holdning3	**Oppleves som interessante**	**Nevner matte**	**64**	**72**	**0.012**	**0.216**
Holdning4	**Må bruke matematikk**	**Nevner matte**	**64**	**72**	**0.016**	**0.206**
Holdning5	**Egnethet for VGs**	**Nevner matte**	**64**	**72**	**0.023**	**0.194**
Holdning6	Arbeider ofte med lignende	Nevner ikke	**64**	**72**	0.635	0.041
Holdning7	Ønsker å arbeide med dem	Nevner matte	**64**	**72**	0.111	0.137

Variablene i fet skrift har statistisk signifikante p-verdier.

5 Diskusjon

5.1 Drøfting av forskningsspørsmålene

For å kunne svare på problemstillingen, «Hvordan opplever norske elever i 1T og 1P matematisk modellering?», vil jeg diskutere de tre forskningsspørsmålene som er brukt i studien:

1. Hvilke holdninger har elever i 1T og 1P til modelleringsoppgaver?
2. I hvilken grad er det en sammenheng mellom forestillinger om matematikk og holdninger til matematisk modellering for elever i 1.vgs?
3. I hvilken grad er det en sammenheng mellom opplevd nytteverdi av matematikk og holdninger til matematisk modellering for elever i 1.vgs?

Spørsmålene vil drøftes i rekkefølgen presentert over. I tillegg til å svare på disse vil jeg diskutere andre faktorer som belyser aspekter ved forskningsspørsmålene.

5.1.1 Hvilke holdninger har elever i 1T og 1P til modelleringsoppgaver?

Generelt positive holdninger

Basert på de svenske holdningsfunnene presentert av Frejd og Ärlebäck (2011), kunne man forventet at denne studien ville vise en generell negativ tendens i svarene på holdningsspørsmålene. Studiens resultater viste derimot generelt litt positive holdninger. Både på spørsmålene om elevene opplevde modelleringsoppgavene som gøye, interessante, godt egnet for videregående skole, om de anerkjente bruken av matematikk for å løse oppgavene og om de ønsket å arbeide oftere med slike typer oppgaver i undervisningen, svarte utvalget i større grad på enig-siden enn på uenig-siden. Den positive holdningen var derimot ikke overveldende stor og gjennomsnittsverdiene befant seg ofte nært gjennomsnittet på 2.5, men de var likevel i ulike grader over snittet og må tas i betraktning. På spørsmålene om oppgavene var gøye, interessante eller om de ønsket å arbeide mer med dem, rapporterte Frejd og Ärlebäck (2011) *under* gjennomsnittet og dermed i større grad på uenig-siden. I likhet med de svenske resultatene viste studiens analyse at elevene i stor grad opplevde oppgavene som vanskelige og at de sjeldent arbeidet med lignende oppgaver i undervisningen på videregående skole. Man kan derimot argumentere for at disse spørsmålene i mindre grad enn de øvrige går på positive eller negative holdninger til modelleringsoppgaver, selv om de belyser aspekter ved holdningene elevene har.

I den danske studien, som for øvrig bare er fire år eldre enn min, kom det tydelig fram at elevene ikke anså modelleringsoppgaver som matematikkoppgaver og at de opplevde et brudd på den didaktiske kontrakten i arbeidet med dem (Jankvist & Niss, 2020). Min analyse ga også resultater som tydet på at elevene ikke var kjent med slike oppgaver på videregående skole fra før, men de rapporterte derimot at oppgavene egnet seg for videregående skole i tillegg til at de i stor grad anerkjente behovet for å bruke matematikk for å løse oppgavene. Disse resultatene skiller seg fra Jankvist og Niss (2020) sine funn, men samsvarer med resultatene fra den svenske studien (Frejd & Ärlebäck, 2011).

Modellering er vanskelig

En klar tendens som går igjen i både min, den svenske og den danske studien, er at modellering er vanskelig. Svarene på om oppgavene var lette (Holdning2) ga resultater som scorer langt under gjennomsnittet, noe som betyr at de fleste er på uenig-siden (se tabell 4.6). Det er også interessant å merke seg at det ikke er signifikante forskjeller mellom 1T- og 1P-elevene på dette spørsmålet, selv om man ser signifikante forskjeller mellom elevgruppene på holdningsspørsmålene om oppgavene var gøye og interessante, og på ForestillingMatematikk2 (interessert i matematikk) og ForestillingMatematikk4 (interessert i faget matematikk). Dette tyder på at flesteparten av elevene, uavhengig av interesse i matematikk, opplevde modelleringsoppgavene som vanskelige. Når jeg undersøker svarene etter selvrapport prestasjonsnivå finner jeg også den samme tendensen. Figur 4.9 viser at 73 % av elevene, både på lavt nivå og middels nivå, havner på uenig-siden på spørsmålet om oppgavene var lette. Selv for elevene på høyt nivå, var det bare ca. 37 % som mente at oppgavene var lette, mens omtrent 62 % opplevde dem som vanskelige. At resultatene viser så store likheter mellom høyt og lavt presterende elever på dette spørsmålet, støtter forståelsen om at modelleringsoppgaver oppleves som utfordrende for mange elever (Blum, 2015).

Holdninger ut i fra prestasjonsnivå

Ved å betrakte holdningsspørsmålene ut i fra selvrapportert prestasjonsnivå, var det bare Holdning2 (lette) som viste en svak signifikant korrelasjon med nivåinndelingene. Både på Holdning5 (egnet for vgs.) og på Holdning7 (ønsker oftere) var det stort sett flertall for enig-siden på spørsmålene blant de ulike nivåene. Den positive tilbakemeldingen for økt inkludering av oppgavetypen i videregående blant elevene på lavt og middels nivå er verdt å legge merke til.

Når resultatene viser så få forskjeller på holdningsspørsmålene blant elevene, *både* ved å betrakte valgt matematikkfag og prestasjonsnivå i faget, vil jeg argumentere for at resultatene støtter Maaß (2005) sitt funn om at modelleringseksempler er godt egnet for flere nivåer. De illustrerer potensialet som modelleringsoppgaver har for undervisning med grupper som består av elever med ulikt interesse- og prestasjonsnivå i matematikk.

Mulige årsaker

Forskjellen i den generelle negative holdningstendensen presentert av Frejd og Ärlebäck (2011) og den generelle positive holdningen til modelleringsoppgaver i min studie kan skyldes ulike årsaker. For det første kan valg av modelleringsoppgaver som elevene fikk arbeide med før de svarte på spørreskjemaet spille en viktig rolle for resultatene, spesielt når elevene i tilsynelatende liten grad var kjent med arbeidsmetoden fra før. Om jeg hadde valgt noen andre oppgaver, kan det tenkes at elevene hadde vært mer negative. På en annen side kunne jeg valgt oppgaver som resulterte i mye mer positive resultater. Dette er vanskelig å forutsi. Det hadde derfor vært interessant å undersøke de samme holdningsspørsmålene i en kontekst der elevene i stor grad var kjent med modelleringsoppgaver fra før, slik at valg av oppgaver ikke potensielt sett ville påvirket resultatene. Den samme utfordringen gjelder for resultatene som skilte seg fra Jankvist og Niss (2020) sine funn, der jeg fant ut at elevene i større grad opplevde at de måtte bruke matematikk for å løse modelleringsoppgavene. Her kan valg av oppgaver ha spilt en rolle. Både min, den svenske og den danske studien er som tidligere nevnt tverrsnittsundersøkelser og er kanskje derfor ekstra sårbare for akkurat denne utfordringen. Det ville derfor vært svært interessant for fremtidige undersøkelser å gjennomføre modelleringsarbeid over lenger tid der elevene i større grad blir kjent med arbeidsmåten, før man videre undersøker holdningene elevene har til matematisk modellering. Da Kaiser og Schwarz (2010) gjorde nettopp dette, ved å la elevene arbeide med modellering over en lenger periode og med tett oppfølging, ga det positive resultater.

For det andre kan min rolle som ekstern aktør i klasserommet ha hatt en innvirkning. Når man har en ekstern forsker i undersøkelsesmiljøet kan man risikere at deltakernes atferd endres fordi de vet at de blir observert. Dette er det vi kaller Hawthorne-effekten (Wickström & Bendix, 2000). Jeg understreket gjentatte ganger at det var viktig at de svarte så ærlig som de klarte og at noen svar ikke var mer eller mindre riktige enn andre, for å forsøke å minimere denne effekten. I motsetning til den svenske studien, hvor lærerne selv stod for gjennomføringen av modelleringsarbeidet og spørreundersøkelsen i sine egne klasser, deltok jeg direkte i innsamlingen av data. Dette valget ble gjort for å opprettholde kontroll over datainnsamlingen og minimere potensiell påvirkning fra lærerne eller andre eksterne faktorer. Likevel kan det argumenteres for at min tilstedeværelse som en ekstern person også kan ha påvirket elevenes svar ved å gi en positiv opplevelse av variasjon i undervisningen. Imidlertid er det usikkert om dette faktisk hadde betydelig effekt, ettersom elevene i den svenske studien også opplevde en forandring fra «det vanlige».

For det tredje kan det argumenteres for at resultatene kan ha vært påvirket av at den svenske studien er 13 år eldre sammenlignet med min, og at modelleringsundervisningen i svenske og norske skoler har endret seg siden 2011. På en annen side var det nesten nøyaktig like mange som hadde hørt om modellering i min som i deres studie. På spørsmålet om de hadde hørt om matematiske modeller eller matematisk modellering før, var det 74 % i min og 77.5 % i den svenske som svarte nei på spørsmålet. Kjennskapen til modellering ser ikke ut til å ha endret seg i nevneverdig grad og betydningen av tidsforskjellen er dermed antakeligvis liten. Dette underbygges også av det vi har sett i forskningen – til tross for et økende fokus på matematisk modellering ser vi et gap mellom undervisningsdebatten og den faktiske klasseromspraksisen, både nasjonalt og internasjonalt (Berget, 2023; Blum & Ferri, 2009). Det faktum at bare 26 % av utvalgets respondenter svarte at de hadde hørt om modellering før er svært interessant. Dette belyser også Berget (2023) sine funn om den norske situasjonen hva gjelder modelleringsundervisning. Som Berget (2023) understreker eksisterer det også en annen forståelse av hva modellering innebærer i lærebøkene og hos lærerne sammenlignet med i litteraturen. Følgelig kan det tenkes at noen av de elevene som svarte «ja» på spørsmålet tenkte på forståelsen av modellering slik den er presentert i lærebøkene. For å unngå nettopp dette presenterte jeg, i likhet med den svenske studien, et utdrag fra læreplanens omtalelse av matematisk modellering i spørreskjemaet før de svarte på spørsmålet. Denne harmonerer med litteraturens forståelse av modellering. I tillegg tyder svarene på Holdning6 (arbeider ofte med lignende oppgaver) sterkt på at elevene ikke var særlig kjent med modellering fra før.

5.1.2 I hvilken grad er det en sammenheng mellom forestillinger om matematikk og holdninger til matematisk modellering for elever i 1.vgs?

Jeg fant flere sammenhenger mellom elevers forestillinger om matematikk og deres holdninger til modelleringsoppgavene. Tabell 4.13 viser at det finnes sterke korrelasjoner mellom Holdning1 (gøye) og ForestillingMatematikk2 (interessert i matte), og mellom Holdning3 (interessante) og ForestillingMatematikk2 og ForestillingMatematikk4 (interessert i faget). Resultatene indikerer at elever som allerede er positivt innstilt til matematikk generelt, også har en tendens til å oppleve modelleringsoppgaver som mer engasjerende og interessante. Dette tyder på en sammenheng mellom elevers generelle forestilling om matematikkfaget og deres opplevelse av modelleringsoppgavene.

Holdninger til modellering hos elever med «Negative følelser» for matematikk

I tillegg fant jeg flere sammenhenger da jeg undersøkte hvordan elevene som havnet i kategorien «Negative følelser» på ForestillingMatematikk1 (Hva er matematikk) hadde svart på holdningsspørsmålene om modelleringsoppgavene.

Jeg delte utvalget inn i gruppene «Negative følelser» og «Resten» og fant samtlige signifikante forskjeller (Tabell 4.13). På spørsmålene som undersøkte om de opplevde modelleringsoppgavene som gøye eller interessante, om man behøvde matematikk for å løse dem og om de var godt egnet for videregående skole, var det gruppen «Resten» som i størst grad var positive. Disse resultatene er også vist i figur 4.11, der svarfordelingene er presentert. Diagrammene illustrerer store forskjeller mellom elevgruppene, der elevene under «Negative følelser» konsekvent er mer negative til modelleringsoppgavene sammenlignet med «Resten». Disse sammenhengene harmonerer i stor grad med funn presentert av Maaß (2005). Hun understreker en tett relasjon mellom elevers forestillinger om matematikk og deres holdninger til modellering, i tillegg til å fremheve at de matematiske forestillingene elevene har er en av de viktigste barrierene for implementeringen av modelleringsarbeid i undervisningen (Maaß, 2005). Sammenhengen mellom elevene som havnet under «Negative følelser» og deres negative svar på modelleringsoppgavene er derfor som forventet. På en annen side er det verdt å legge merke til at en stor andel av elevene i kategorien «Negative følelser» faktisk er positive til inkluderingen av modelleringsoppgaver. 48 % er «enig» eller «svært enig» på Holdning5 (egnet for vgs.) og 44 % er «enig» eller «svært enig» på Holdning7 (ønsker oftere). Flertallet for uenig-siden er langt fra overveldende, noe som betyr at samtlige av elevene som forklarer matematikk med negative beskrivelser er positive til modelleringsoppgavenes egnethet i videregående og til et hyppigere bruk av oppgavene i undervisningen. Dette tyder på at modellering kan oppleves som et positivt innslag for elever med et negativt forhold til matematikk.

Forestillinger om matematikk

For å forstå disse sammenhengene vil jeg ta en nærmere titt på de mer generelle resultatene jeg fikk på forestillinger om matematikk. Resultatene viste at det er en ekte og relevant forskjell mellom 1T- og 1P-elevene hva gjelder deres interesse i matematikk og i faget matematikk. Et klart flertall av 1P-elevene svarte at de ikke var interesserte i matematikk (74 %) eller interesserte i faget matematikk (71 %). Dette illustrer hvordan elever som velger praktisk matematikk (P) og teoretisk matematikk (T) ofte har ulikt forhold til faget. Teoretisk matematikk er kjent for å være mer utfordrende og er rettet mot de som ønsker å fortsette med matematikk i videre studier, mens praktisk matematikk er designet for å gi relevante ferdigheter for dagliglivet og yrkeslivet. Funnene er derfor kanskje ikke så overraskende.

At mange har en forestilling om at matematikk og realfag generelt har én riktig fremgangsmåte og ett riktig svar er også et velkjent fenomen. Det belyses i flere av utdragene presentert i studien (se tabell 4.9 og 4.10). Når læreren presenterer åpne oppgaver med flere fremgangsmåter og flere riktige svar, kan dette oppleves som et brudd på den didaktiske kontrakten (Jankvist & Niss, 2020). Dette kan potensielt være en utfordring for implementeringen av modellering, ettersom studien viser at elevene er lite kjent med oppgavetypen. Det peker igjen på viktigheten av at elevene blir kjent med arbeidsmetoden for at den skal fungere effektivt.

Mange elever med «Negative følelser» for matematikk

Spesielt interessant var spørsmålet «Hva er matematikk etter din mening?», der kategorien «Negative følelser» oppstod. Spørsmålet er formulert åpent og objektivt og etterspør i utgangspunktet ikke hva de *mener* om matematikk. Likevel var det påfallende mange av svarene som havnet inn under kategorien «Negative følelser». Kategorien ble 1T sin nest største kategori med 14 % og 1P sin klart største med 36 % av besvarelsene. Mens svarene i den andre store kategorien, «Matematikkens natur», innebar beskrivelser av matematikk som «læren om tall», «regning», «funksjoner» og andre svar med fokus på fundamentale matematiske aspekter, fokuserte besvarelsene innenfor «Negative følelser» på deres negative opplevelse av og forhold til faget. Eksempler er presentert i Tabell 4.9. Disse viser at noen svarer på «Hva er matematikk etter din mening?» med «*Helt forferdelig*», eller «*Kjedelig, frustrerende, unyttig*». En elev svarer også «*Jeg synes matte er noe dritt, og det er alt for mye å gå gjennom i løpet av et år når du har 1T*». Jeg mener det er interessant at «Negative følelser» ble 1T sin nest største kategori på ForestillingMatematikk1 (Hva er matte), til tross for deres relativt store rapporterte interesse for matematikk. Lignende resultater var også presentert av Onion (2004), som fant at flere elever opplevde matematikk som kjedelig og vanskelig, i tillegg til at samtlige trakk frem at pensumet var for stort og at det var alt for mye som skulle læres i faget. Dette kom også fram av Kaiser og Schwarz (2010) som understreket tidspress som en opplevd utfordring i undervisningen. Deres utvalg bestod av elever som hadde valgt et mer avansert nivå innenfor matematikk, noe som er sammenlignbart med 1T-elevene. Tidspress kan være en sentral faktor bak de mange negative følelsene som assosieres med faget til tross for at interessen for matematikk er tilstede.

Sammenheng mellom forestillinger om matematikk og prestasjonsnivå

Selv om kategorien «Negative følelser» i størst grad var dominerende blant 1P-elevene, tilhørte altså samtlige av 1T-elevene denne gruppen. Dette er med på å vise at det finnes forskjeller innad i 1T og i 1P. På samme måte vil også prestasjonsnivå variere innad blant elevene i de to gruppene. Dette aspektet kan spille en viktig rolle i forbindelse med forestillinger om matematikk og ble derfor undersøkt nærmere. Jeg ønsket å se om det eksisterte sammenhenger mellom hvilke elever som havnet i gruppen «Negative følelser» og prestasjonsnivå i faget. Mange av utdragene fra «Negative følelser» som er presentert i tabell 4.9 fokuserer på at matte er vanskelig. Eksempler er: «*Matte er vanskelig*», «*Personlig liker jeg ikke matte så mye. Litt fordi jeg ikke er så kjempegod i det*.» og «*Masse tall og bokstaver som er vanskelig*». Ettersom ForestillingMatematikk1 (Hva er matte) er en variabel på nominal nivå, kunne jeg ikke utføre statistiske analyser på variabelen, men figur 4.10 illustrerer at det er en klar sammenheng mellom nivå og kategorien «Negative følelser». 45 % på lavt nivå, 20 % på middels og 6 % på høyt nivå havner inn under kategorien. Sammenhengen mellom elevenes forestillinger og prestasjonsnivå ser vi også i annen forskning (Alpacion et al., 2014; Rincon et al., 2020). I tillegg viser tabell 4.13 at det finnes klare sammenhenger mellom karakterer og interesse i matematikk (ForestillingMatematikk2) og faget matematikk (ForestillingMatematikk4), samt om de opplever å ha fått bruk for matematiske metoder i livet (ForestillingMatematikk7). Elevenes selvrapporterte nivå i faget korrelerer dermed på samtlige spørsmål under forestillinger om matematikk.

Åpne oppgaver kan være utfordrende

En annen forestillingsvariabel som kan belyse aspekter ved holdninger til modelleringsoppgaver, er ForestillingMatematikk6, der elevene ble spurt om å beskrive temaer, oppgaver og aktiviteter i timen som gjør dem motløs eller som gjør at de kjeder seg. Analysen viser at 17 % av 1T-elevene og 13 % av 1P-elevene svarer innenfor kategorien «Komplekse oppgaver» (se figur 4.7). Samtlige av eksempelutdragene fra kategorien, som er presentert i tabell 4.10, viser at elevene misliker oppgaver som har for mye tekst, er for lange, for uklare, for åpne og for vanskelige å forstå. Jeg tolker flere av svarene som at elevene ofte sliter med hvordan de skal angripe åpne, lange tekstoppgaver som ved første øyekast kan fremstå som vanskelige og uoversiktlige. Dette er et velkjent fenomen. I følge Verschaffel et al. (2020) betraktes tekstoppgaver som en av de vanskeligste oppgavetypene som elevene møter på.

Noen av utdragene i tabell 4.10 peker også på modelleringsoppgavene de akkurat hadde arbeidet med, eller oppgaver der man må «finne oppgaven selv». Dette kan belyse aspekter ved det vi tidligere har sett fra for eksempel Jankvist og Niss (2020), som understreker at matematiseringen av et problem er vanskelig for mange elever og derfor et avgjørende hinder for å løse modelleringsoppgaver. Å trekke ut riktig informasjon eller vite hvordan man skal gå fram for å løse oppgaven er ofte krevende og kan potensielt sett føre til at elevene gir opp på oppgaven før de egentlig har begynt. Derfor mener jeg at det er svært viktig å arbeide med modelleringsoppgaver jevnlig, slik man gjorde i studien presentert av Kaiser og Schwarz (2010). Etter modelleringsarbeid over en lenger periode, opplevde nemlig elevene forbedret evne til å arbeide selvstendig og mestret i større grad å strukturere og forenkle problemene de møtte på. I tillegg hadde de lært seg nye strategier for å løse problemløsningsoppgaver og utfordringer som ved første øyekast fremstod som uklare. Kategorien «Komplekse oppgaver» belyser den gjennomgående utfordringen om at modelleringsoppgaver oppleves som vanskelig for mange elever, spesielt når de har lite erfaring med det fra før.

5.1.3 I hvilken grad er det en sammenheng mellom opplevd nytteverdi av matematikk og holdninger til matematisk modellering for elever i 1.vgs?

For å undersøke sammenhengen mellom opplevd nytteverdi og holdningsspørsmålene, delte jeg utvalget inn i to kategorier: de som hadde nevnt matematikk som en del av besvarelsen på spørsmålet om hvilket fag som var mest nyttig, og de som ikke hadde det. Det kom tydelig fram at de som hadde trukket fram matematikk som et av de mest nyttige fagene på skolen også hadde mer positive holdninger til modelleringsoppgavene enn de som ikke nevnte matematikk i det hele tatt (se tabell 4.15). De opplevde i større grad at modelleringsoppgavene var gøye, interessante og egnet for videregående skole, i tillegg til at de i større grad anerkjente bruken av matematikk for å løse oppgavene. Disse resultatene understreker viktigheten av opplevd nytteverdi i matematikk. Når elever opplever matematikk som nyttig, kan ikke det bare påvirke deres holdning til faget, men også deres engasjement og oppfatning av spesifikke pedagogiske aktiviteter, som modelleringsoppgaver (Kaiser & Schwarz, 2010; Maaß, 2005).

Jeg fant også en sammenheng mellom hvordan elevene svarte på om de trodde de ville få bruk for matematikk i fremtiden (Nytteverdi2), og om de opplevde oppgavene som gøye (se tabell 4.14 og figur 4.12). Elevene som svarte «ja» på spørsmålet om de tror de vil få bruk for matematikk i fremtiden, svarte i større grad at de opplevde oppgavene som gøye enn de elevene som svarte «usikker» og «nei» på spørsmålet. Likevel mente halvparten av elevene som *ikke* trodde at de ville få bruk for matematikk i fremtiden, at oppgavene var gøye. Dette kan tolkes som positivt for integreringen av modelleringsaktiviteter. Det er også verdt å merke seg at elevenes svar på nytteverdi-spørsmålet om matematikk i fremtiden (ja, nei eller usikker), *ikke* korrelerte med deres mening angående modelleringsoppgavenes egnethet for videregående skole (Holdning5) eller på spørsmålet om de ønsket å arbeide med slike oppgaver oftere (Holdning7). Gruppen som ikke mente de ville få bruk for matematikk i fremtiden var riktignok mest negative til de omtalte holdningsspørsmålene. Dette kan også henge sammen med generelle forestillinger om matematikk. Resultatene viser en tydelig kobling mellom elevers oppfatning av matematikkens nytteverdi og deres engasjement og interesse for faget. Dette belyser viktigheten av å vise elevene hvordan matematikken er nyttig for deres personlige liv og hvordan den anvendes utenfor klasserommet, for å potensielt øke interessen i faget. I litteraturen har vi sett at mange elever forteller at de gjerne vil vite mer om matematikkens anvendbarhet (Onion, 2004).

Elevenes opplevde nytteverdi av fag på skolen

For å danne et klarere bilde av sammenhengene som er vist vil jeg nå se nærmere på hvordan elevene rapporterte opplevd nytteverdi i matematikk. På spørsmålet om hvilket fag på skolen som er mest nyttig svarte 1T- og 1P-elevene noe ulikt. For eksempel var kategorien «Matematikk» litt større blant 1T-elevene (19 %) enn blant 1P-elevene (12 %). Likevel var den mest dominerende kategorien for begge gruppene «Flere fag». For å unngå at kategorien skulle bli så omfattende kunne jeg ha bedt respondentene om å velge kun ett fag. Dette ville ha gjort det mulig å plassere svarene i de øvrige kategoriene. På en annen side ønsket jeg å gi elevene muligheten til å uttrykke seg fritt og det var tydelig at mange hadde problemer med å begrense seg til ett fag. Dette gir også verdifull informasjon; Mange elever anser flere fag på skolen som mest nyttig. Dette mener jeg i seg selv kan være positivt, for eksempel hvis elevene anerkjenner bredde i utdanningen eller nødvendig kunnskap på tvers av fag.

Mange tviler på personlig nytte av matematikk

Jeg har likevel sett at svært mange elever, spesielt i 1P, tviler på at matematikk vil være nyttig for dem i senere tid. 28 % i 1T og 37 % i 1P svarer at de er usikre, i tillegg til at 17 % av 1P-elevene mener at de ikke vil få bruk for matematikk i fremtiden. Den signifikante forskjellen mellom 1T- og 1P-elevene på spørsmålet mener jeg er interessant, ettersom praktisk matematikk i utgangspunktet fokuserer på praktiske anvendelser av matematiske konsepter i virkelige situasjoner. Målet er at matematikken er mer tilgjengelig og umiddelbart nyttig for elever som ikke nødvendigvis ser for seg en akademisk karriere med tungt matematikkfokus. Likevel ser jeg at mange ikke tror at de vil få bruk for matematikk i det hele tatt. Samtlige trekker fram tilgjengeligheten på kalkulatorer og teknologi som forklaringer på hvorfor de ikke vil trenge matematikk senere i livet. Andre elever avviser viktigheten av matematikken de lærer på videregående skole og verdsetter kun bruken av de grunnleggende regneferdighetene. Lignende funn har vi også sett i forskningslitteraturen. Onion (2004) understrekte at mange av elevene i hennes studie mente at matematikken de lærte på skolen bare var nyttig i matematikkundervisningen og for eksamen, og at de ikke klarte å se relevansen den utgjorde i det daglige og i deres fremtidige liv. Dessuten mente mange at de ikke ville få bruk for matematikk i sine fremtidige karrierer. På samme måte så vi at elevene fra Amber Hill mente at matematikken de lærte på skolen skilte seg fra hverdagsmatematikken og at de ikke ville få bruk for metodene de lærte senere i livet (Boaler, 2001). Skolematematikken var bare nyttig i klasserommet. Det kan altså se ut til at lignende funn kan være årsaken til at halvparten av 1P-elevene rapporterer at de ikke tror eller er usikre på om de kommer til å få bruk for matematikk i fremtiden.

Sammenheng mellom opplevd nytteverdi og akademiske prestasjoner

Viktigheten av at elevene opplever matematikken som nyttig har også blitt belyst gjennom koblingen til elevenes akademiske prestasjoner. Opplevd nytteverdi har vist seg å forutsi elevers prestasjoner i større grad enn interesseverdi, og man har sett en positiv sammenheng mellom opplevd nytteverdi og akademiske prestasjoner (Bong, 2001; Hulleman et al., 2010). Lignende sammenhenger har jeg også sett i min studie. Tabell 4.14 viser sterke korrelasjoner mellom Nytteverdi2 (Matematikk i fremtiden) og Karakter. Elevenes tanker om de vil få bruk for matematikk i fremtiden henger altså tett sammen med deres akademiske nivå, noe som støttes av litteraturen beskrevet over. Lignende funn ble også presentert av Boaler (2001); elevene på Amber Hill som fikk undervisning med den tradisjonelle undervisningsmetoden opplevde matematikken som lite nyttig utenfor klasserommet, mens elevene på Phoenix Park utviklet helt andre forestillinger om matematikk og skilte ikke mellom matematikken i klasserommet og i det virkelige liv. De opplevde matematikken i større grad som nyttig i tillegg til å prestere bedre akademisk. Studien viser tydelig hvordan modelleringsaktiviteter kan bidra til å utvikle mer positive forestillinger om matematikk og opplevd nytteverdi, i tillegg til å gi bedre akademiske resultater. Kaiser og Schwarz (2010) rapportere også at elevene de undersøkte allerede etter én uke med modelleringsaktiviteter så en klarere sammenheng mellom det virkelige livet og det man lærer på skolen. Det ville vært interessant for fremtidige studier å undersøke om elevers opplevde nytteverdi av matematikk og deres forestillinger om matematikk hadde endret seg ved å arbeide med modelleringsaktiviteter over lenger tid. Kanskje ville andelen som svarte at de var usikre eller ikke trodde de ville få bruk for matematikk i fremtiden, da vært noe mindre?

Elevenes generelt positive holdninger til modelleringsoppgavene i studien, både hos elevene som rapporterer stor og liten opplevd nytteverdi av matematikkfaget, viser at modelleringsaktiviteter har et ubrukt potensiale i matematikkundervisningen. For å senke de høye andelene som er usikre eller ikke tror at de vil få bruk for matematikk i fremtiden (spesielt 1P-elevene) peker forskningslitteraturen på at modelleringsaktiviteter kan være nyttige verktøy. Jeg har også sett sterke korrelasjoner mellom opplevd nytteverdi i matematikk, og akademisk nivå og interesse i faget. Dette viser viktigheten av at elevene opplever matematikken som nyttig, noe som fremhever ansvaret vi pedagoger har for å gjøre matematikken mer anvendbar og virkelighetsnær for elevene.

5.2 Implikasjoner og videre forskning

Som tidligere nevnt vil man ikke kunne etablere en årsaks-virkning-forklaring gjennom ex post facto-undersøkelse, men metoden kan peke ut retninger for videre forskning og fungere som en kilde for videre hypoteser som senere kan testes ut (Cohen et al., 2011, s. 309). Derfor vil det være naturlig å peke på implikasjoner for videre forskning basert på funnene i min studie.

5.2.1 Pedagogiske implikasjoner og videre forskning

Resultatene fra både min og de to nordiske studiene viser at elevene i stor grad rapporterer lite kjennskap til arbeid med modellering og opplever modelleringsoppgaver som vanskelige. I kontrast ser vi at elevene studert av Kaiser og Schwarz (2010), som arbeidet med modelleringsoppgaver over lenger tid og med god oppfølging, i større grad utviklet metoder for å mestre disse oppgavene. Elevene i studien rapporterte at de hadde lært nye strategier i møte med problemløsningsoppgaver og utviklet en bedre forståelse av ulike tilnærminger til problemer som ved første øyekast så avanserte og vanskelige ut (Kaiser & Schwarz, 2010). Disse elevene var også i stor grad positive til inkluderingen av modelleringseksempler i undervisningen. De forskjellige funnene fra de ulike studiene understreker betydningen av kontinuerlig arbeid og god oppfølging med modelleringsoppgaver i undervisningen. En slik tilnærming mener jeg derfor er viktig for å realisere de positive effektene som modelleringsarbeid kan ha. Det ville vært interessant å undersøke hvorvidt elevenes generelle forestillinger i matematikk og deres opplevde nytteverdi av faget ville endret seg gjennom langvarig modelleringsarbeid.

Tendensen som viser generelt positive holdninger til modelleringsoppgavene hos elevene i studien min, sett i lys av deres manglende erfaringer med modellering og deres inntrykk av at oppgavene var vanskelige, mener jeg er svært positivt for implementeringen av modelleringsarbeid i undervisningen. Når jeg ser at elevene rapporterer om såpass lite kjennskap til arbeid med modellering samtidig som de er positive til oppgavene, er det grunn til å tro at de største utfordringene for implementeringen skyldes andre årsaker enn elevenes holdninger. For eksempel kan lite ressurser i undervisningsmaterialet og i lærebøker eller manglende erfaring med modellering hos norske lærere (Berget, 2023), være grunner til at man observerer lite modelleringsarbeid i skolen. Dette støttes av Blum (2015) sin uttalelse om at manglende undervisningskompetanse på feltet er den største barrieren for implementering av matematisk modellering i undervisningen. Mine resultater tyder ikke på at holdningene til elevene representerer et spesielt stort hinder for arbeid med modellering.

Tidspress er også trukket fram som et potensielt hinder for implementeringen av modelleringsoppgaver i undervisningen. Blant 1T-elevene så jeg at flere elever havnet i kategorien «Negative følelser» til tross for at interessen for faget var til stede. Tidspress ble pekt på som en mulig faktor bak de mange negative følelsene som assosieres med matematikk. *Dersom* måten matematikkundervisningen i 1T eller den norske skolen generelt er lagt opp på, for eksempel ved at det er for mye pensum å komme seg gjennom, ødelegger for elevers interesse i matematikkfaget er dette svært uheldig. Å rekruttere elever til å velge realfag er allerede en stor utfordring i den norske skolen og vi ser en årlig nedgang av elever som velger å gå realfaglig studieretning (Utdanningsdirektoratet, u.å.). Det er derfor både interessant og nødvendig å undersøke dette nærmere i fremtidige studier.

Den klare sammenhengen mellom interessen for matematikk og opplevelsen av modelleringsoppgavene som gøye og interessante kan ha flere pedagogiske implikasjoner. For det første understreker det viktigheten av å fremme en positiv holdning til matematikk fra en tidlig alder, ettersom dette ser ut til å påvirke hvordan elever opplever mer spesifikke læringsaktiviteter, som modellering, i senere utdanningsløp. Videre kan man bruke denne innsikten til å tilpasse undervisningen slik at den styrker og utnytter elevers eksisterende interesse for matematikk ved å integrere modelleringsoppgaver som føles relevante og engasjerende. Dette kan også være en strategi for å øke interessen blant elever som kanskje ikke umiddelbart er tiltrukket av tradisjonelle matematikkoppgaver, ved å vise hvordan matematikk kan anvendes på problemer i virkelige livssituasjoner gjennom modellering.

Basert på studiens funn, kan det anbefales at lærere får en grundigere opplæring i hvordan man best kan integrere og tilpasse modelleringsoppgaver til ulike elevgruppers behov. I tillegg anbefales det å fokusere på å fremheve matematikkens praktiske relevans for å øke elevers oppfatning av fagets nytteverdi, noe som kan motivere til dypere engasjement i matematikk.

For å bygge videre på funnene og bedre forstå dynamikken i undervisningen av matematisk modellering, kan fremtidig forskning inkludere longitudinale forsøk som utforsker effekten av langvarig eksponering av modelleringsoppgaver på elevers holdninger og prestasjoner i matematikk. I slike undersøkelser vil man i større grad kunne indikere eller fastslå kausalitet. I tillegg kan integreringen av dybdeintervjuer og observasjonsstudier gjennom kvalitative metoder bidra til å gi en mer nyansert forståelse av hvordan elever opplever modelleringsoppgaver, samt undersøke hvilke pedagogiske tilnærminger som er mest effektive.

Selv om Boaler (2001) sin studie nå er over 20 år gammel, mener jeg resultatene fra den er svært interessante. På flere måter vil jeg sammenligne Amber Hill med den norske skolen. De fulgte i stor grad tekstbøkene og gjorde repeterende oppgaver som lignet på dem som kom på eksamen, noe som også er relativt vanlig i den norske skolen. Siden denne arbeidsformen er så dypt integrert i vår utdanning kan det være skummelt å bevege seg i en ny og mer åpen retning. Man har sett mye kritikk av moderne og nytenkende didaktiske retninger, spesielt fra lærere som har arbeidet i skolen lenge. Dette er hverken uventet eller overraskende. Å fullstendig omforme skolens struktur for å ligne Phoenix Park er lite sannsynlig, men det kan se ut til at det har mye bra for seg å gjøre skolen mer åpen, mindre stringent, bruke åpnere oppgaver og gjøre matematikken mer relevant og anvendbar for elevene. Ved å ta elevenes holdninger i betraktning ser det ikke ut til at man ville møtt på spesielt stor motstand fra dem i forsøket. Da trenger vi også at lærere får god opplæring og at tekstbøkene i større grad bidrar. Det er vanskelig å gjøre dette på egen hånd som lærer, og du kan møte på mye motstand fra elever som opplever at de ikke får lært det de skal.

5.2.2 Videre forskning med ChatGPT som kategoriseringsverktøy

På tidspunktet da jeg bestemte meg for å bruke ChatGPT som analyseverktøy var det lite tilgjengelig kunnskap på feltet og jeg var usikker på kvaliteten og egnetheten for mitt formål. Gjennom arbeidet har jeg gjort meg en rekke erfaringer, der mange av dem er presentert under metodekapittelet. På den ene siden kan verktøyet fungere godt for å analysere store mengder åpne besvarelser under de riktige forutsetningene. I motsetning til mennesker klarer ChatGPT å analysere store mengder data på kort tid. Kategoriseringene som da foreslås er basert på hele datasettet og blir i utgangspunktet ikke påvirket av faktorer som svarenes rekkefølge. På en annen side, støtte jeg gjentatte ganger på utfordringer der verktøyet misforstod eller feiltolket data på måter et menneske ikke ville ha gjort. Stoler man blindt på kategoriseringene kan man dermed risikere mange feiltolkninger. Verktøyet bør derfor brukes med varsomhet og kategoriseringene bør alltid dobbeltsjekkes. Dessuten fastsetter ofte ChatGPT svarene med stor selvsikkerhet, noe som krever varsomhet fra brukeren for å unngå å overse mulige feil.

Fremtidig bruk av ChatGPT til kategorisering bør derfor inkludere en kombinasjon av automatisk generering av kategorier og nøye menneskelig gjennomgang for å sikre nøyaktighet og relevans.

5.3 Begrensninger ved studien

Som tidligere nevnt har ikke denne undersøkelsen oppnådd sannsynlighetsutvalg. I tillegg er studien geografisk avgrenset til Bergensområdet og det er bare noen skoler som er representert. Resultatene kan dermed ikke generaliseres direkte til en større populasjon, men kan peke på implikasjoner og være en viktig kilde for videre forskning.

Analysen viser en litt skjev fordeling av jenter og gutter i utvalget med en svak overvekt av jenter (59 %). Analysen viste bare én signifikant forskjell mellom jenter og gutter (ForestillingMatematikk7: fått bruk for matematikk), noe som tyder på at det er svært lite forskjeller mellom jentenes og guttenes besvarelser i studien. Følgelig så jeg vekk fra den svake skjevfordelingen da jeg diskuterte de øvrige resultatene. Utvalget viser også en større andel 1P-elever (57 %). Selv om denne skjevheten heller ikke er så fremtredende, er den verdt å legge merke til ettersom det finnes en rekke signifikante forskjeller mellom 1T- og 1P-elevene. I slike tilfeller vil 1P-elevenes generelle karakteristikk i *litt* større grad enn 1T-elevenes sette et preg på det helhetlige bilde av situasjonen.

Karakterfordelingen i utvalget er nokså jevnt fordelt med 39 % på lavt nivå, 38 % på middels nivå og 24 % på høyt nivå. Dette viser at utvalget representerer elever på alle nivå og styrker dermed studiens resultater. Resultatene viser at rapporterte karakterer er høyere for 1T-gruppen enn for 1P-gruppen, noe som harmonerer med offisiell statistikk på gjennomsnittskarakterer i fagene ifølge Utdanningsdirektoratet. Mens studiens resultater viser at den selvrapporterte gjennomsnittskarakteren var 4.07 for 1T-elevene, var den i Norge i 2022-23 på 3.9 for denne gruppen, mens gjennomsnittet for 1P-elevene i studien var 3.44, som nesten er helt lik statistikken fra 2022-23 som viser 3.5 for norske 1P-elever (Utdanningsdirektoratet, 2023). Dette styrker også utvalgets generalitet. Ut fra disse tallene kan vi også se at elevene i 1T generelt sett presterer noe høyere enn elevene i 1P.

En annen begrensning ved studiens metode er dens hovedsakelig kvantitative tilnærming. Den kunne blitt supplert med dybdeintervjuer for å utforske elevholdninger, forestillinger og opplevd nytteverdi mer detaljert. Dette kan gi dypere innsikt i de subjektive aspektene ved elevers læring og holdninger.

6 Konklusjon

Formålet med denne masteroppgaven var å utforske elevers holdninger til matematisk modellering, samt undersøke eventuelle sammenhenger mellom disse holdningene og forestillinger om matematikk og opplevd nytteverdi i faget. Ut fra dette ble følgende overordnede problemstilling formulert:

Hvordan opplever norske elever i 1T og 1P matematisk modellering?

For å kunne svare på problemstillingen, undersøkte jeg de tre forskningsspørsmålene:

- *i)* *Hvilke holdninger har elever i 1T og 1P til modelleringsoppgaver?*
- *ii)* *I hvilken grad er det en sammenheng mellom forestillinger om matematikk og holdninger til matematisk modellering for elever i 1.vgs?*
- *iii)* *I hvilken grad er det en sammenheng mellom opplevd nytteverdi av matematikk og holdninger til matematisk modellering for elever i 1.vgs?*

Resultatene viser at elever i 1T og 1P generelt har positive holdninger til modelleringsoppgaver. Elevene var mer enig enn uenig i at oppgavene var gøye, interessante, godt egnet for videregående skole, at de måtte bruke matematikk for å løse dem og at de ønsket å arbeide med slike oppgaver oftere i matematikkfaget. Dette var på tross av at de uttrykte at oppgavene var vanskelige, i tillegg til at de var lite kjent med matematisk modellering fra før.

Videre peker analysen på noen sammenhenger mellom forestillinger om matematikk og holdninger til matematisk modellering. Resultatene tyder på at elever som allerede er mer positivt innstilt til matematikk generelt har en tendens til å oppleve modelleringsoppgaver som gøyere og mer interessante sammenlignet med elever som er mindre interesserte i faget.

Studien viser også noen sammenhenger mellom elevers opplevde nytteverdi av matematikk og holdningene deres til modelleringsoppgaver. Elever som betraktet matematikk som et av de mest nyttige fagene på skolen, ga generelt mer positive tilbakemeldinger på spørsmål relatert til modelleringsoppgavene. Videre viser resultatene at de elevene som forventer å få bruk for matematikk i fremtiden, i større grad fant modelleringsoppgavene som gøye sammenlignet med de som ikke hadde samme forventning.

Denne studien peker på faktorer som kan påvirke elevers opplevelse av matematisk modellering. Det er et behov for videre forskning på feltet. I fremtidige studier ville det være nyttig å undersøke hvordan elevers holdninger til modellering ville endret seg eller blitt påvirket av arbeid med matematisk modellering over lenger tid og som en integrert del av matematikkundervisningen. Det bør også forskes på hvorvidt modellering kan bidra til å bedre elevers forestillinger om matematikk og deres opplevelse av fagets nytteverdi. Dersom resultater hadde vist at matematisk modellering kan virke positivt på disse faktorene vil det få viktige pedagogiske konsekvenser. Forståelsen av modelleringens rolle i norske klasserom er essensiell for å tette gapet mellom ønsket og faktisk bruk av matematisk modellering.

Referanseliste

Aiken, L. R. (2002). *Attitudes and related psychosocial constructs : theories, assessment, and research* (1. utg.). SAGE Publications.

Alpacion, N., Camañan, C. T., Gregorio, A. J. L., Panlaan, J. & Tudy, R. (2014). Attitude, self-efficacy and students' academic performance in mathematics. *IAMURE International Journal of Social Sciences*, *12*(1), 21–34.

Ary, D., Jacobs, L. C., Sorensen, C. & Razavieh, A. (2010). *Introduction to Research in Education* (8. utg.). Wadsworth, Cengage Learning.

Backe-Hansen, E. (2023, 20.november). *Når barn og unge deltar i forskning*. De nasjonale forskningsetiske komiteene. https://www.forskningsetikk.no/ressurser/fbib/bestemte-grupper/barn/

Barbosa, J. C. (2006). Mathematical modelling in classroom: a socio-critical and discursive perspective. *ZDM*, *38*(3), 293–301. https://doi.org/10.1007/BF02652812

Berget, I. K. L. (2023). *Mathematical modelling in upper secondary school: a case study of Norwegian curriculum discourses* [Doktorgradsavhandling, Universitetet i Bergen]. BORA. https://hdl.handle.net/11250/3062661

Bjørnstad, J. (2023, 05.07.2023). Utvalgsundersøkelse. I *Store norske leksikon*. Hentet 20.02.2024 fra https://snl.no/utvalgsunders%C3%B8kelse

Blomhøj, M. (2003). Modellering som undervisningsform. I O. Skovsmose & M. Blomhøj (Red.), *Kan det virkelig passe? om matematiklæring* (s. 51–72). L&R Uddannelse.

Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do? I S. J. Cho (Red.), *The proceedings of the 12th international congress on mathematical education: Intellectual and attitudinal challenges* (s. 73–96). Springer International Publishing.

Blum, W. & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of mathematical modelling and application*, *1*(1), 45–58.

Blum, W., Galbraith, P. L. & Niss, M. (2007). Introduction. I W. blum, H.-W. H. Peter L Galbraith & M. Niss (Red.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study* (s. 3–32). New York: Springer.

Blum, W. & Leiss, D. (2006). "Filling Up"- The problem of independence-preserving teacher interventions in lessons with demanding modelling tasks. Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Saint feliu de Guixols, Spain.

Boaler, J. (2001). Mathematical modelling and new theories of learning. *Teaching Mathematics and Its Applications: International Journal of the IMA*, *20*(3), 121–128. https://doi.org/10.1093/teamat/20.3.121

Bong, M. (2001). Role of self-efficacy and task-value in predicting college students' course performance and future enrollment intentions. *Contemporary Educational Psychology*, *26*(4), 553–570. https://doi.org/10.1006/ceps.2000.1048

Burkhardt, H. (2006). Modelling in mathematics classrooms: Reflections on past developments and the future. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, *38*(2), 178-195. https://doi.org/doi.org/10.1007/BF02655888

Callejo, M. L. & Vila, A. (2009). Approach to Mathematical Problem Solving and Students' Belief Systems: Two Case Studies. *Educational studies in mathematics*, *72*(1), 111–126. https://doi.org/10.1007/s10649-009-9195-z

Canning, E. A. & Harackiewicz, J. M. (2015). Teach it, don't preach it: The differential effects of directly-communicated and self-generated utility–value information. *Motivation science*, *1*(1), 47–71 https://doi.org/doi.org/10.1037/mot0000015

Chirove, M., Mogari, D. & Ogbonnaya, U. I. (2022). Students' Mathematics-Related Belief Systems and Their Strategies for Solving Non-Routine Mathematical Problems. *Waikato Journal of Education*, *27*(3), 101–121. https://doi.org/doi.org/10.15663/wje.v27i3.822

Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2011). *Research methods in education* (7. utg.). Routledge.

Cook, D. A. & Artino Jr, A. R. (2016). Motivation to learn: an overview of contemporary theories. *Medical education*, *50*(10), 997–1014. https://doi.org/10.1111/medu.13074

Coppock, A., Leeper, T. J. & Mullinix, K. J. (2018). Generalizability of heterogeneous treatment effect estimates across samples. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *115*(49), 12441–12446. https://doi.org/doi.org/10.1073/pnas.1808083115

Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4. utg.). Pearson Education.

Creswell, J. W. & Creswell, J. D. (2018). *Research design: qualitative, quantitative & mixed methods approaches* (5. utg.). SAGE

Datatilsynet. (2023, 26.juli). *Hva er en personopplysning?* https://www.datatilsynet.no/rettigheter-og-plikter/personopplysninger/

Di Martino, P. & Zan, R. (2014). The Construct of Attitude in Mathematics Education. I B. Pepin & B. Roesken-Winter (Red.), *From beliefs to dynamic affect systems in mathematics education* (s. 51–72) (Advances in Mathematics Education). Springer, Cham https://doi.org/doi.org/10.1007/978-3-319-06808-4_3

Diego-Mantecón, J. M., Blanco, T. F., Chamoso, J. M. & Cáceres, M. J. (2019). An attempt to identify the issues underlying the lack of consistent conceptualisations in the field of student mathematics-related beliefs. *PloS one*, *14*(11), e0224696. https://doi.org/doi.org/10.1371/journal.pone.0224696

Dobie, T. E. (2019). Expanding conceptions of utility: middle school students' perspectives on the usefulness of mathematics. *Mathematical Thinking and Learning*, *21*(1), 28–53. https://doi.org/doi.org/10.1080/10986065.2019.1564969

Eccles, J. (1983). Expectancies, Values, and Academic Behaviors. I J. T. Space (Red.), *Achievement and Achievement Motives* (s. 75–146). W.H. Freeman and Company.

Fekjær, S. B. (2016). *Statistikk i praksis* (1. utg.). Gyldendal Akademisk.

Ferri, R. B. & Blum, W. (2013, 6.-10. februar). *Barriers and Motivations of Primary Teachers for Implementing Modelling in Mathematics Lessons*. CERME 8: Proceedings of the Eighth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Middle East Technical University and ERME. http://erme.site/wp-content/uploads/2021/06/CERME8_2013_Proceedings.pdf

Frejd, P. & Ärlebäck, J. B. (2011). First results from a study investigating Swedish upper secondary students' mathematical modelling competencies. I G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri & G. Stillman (Red.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA14* (s. 407–416). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2

Gay, L. R., Mills, G. E. & Airasian, P. (2009). *Educational Research: Competencies for Analysis and Applications* (9. utg.). Pearson Education International.

Greefrath, G., Siller, H.-S. & Ludwig, M. (2017, 1.-5. februar). *Modelling problems in German grammar school leaving examinations (Abitur)-Theory and practice*. CERME 10: Proceedings of the Tenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, DCU Institute of Education and ERME. https://hal.science/hal-01933483v1/document

Grønmo, S. (2016). *Samfunnsvitenskapelige metoder* (2. utg.). Fagbokforlaget.

Haines, C. & Crouch, R. (2007). Mathematical Modelling and Applications: Ability and Competence Frameworks. I W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn & M. Niss (Red.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study* (s. 417–424). Springer Boston, MA. https://doi.org/doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_46

Hayes, A. F. & Coutts, J. J. (2020). Use Omega Rather than Cronbach's Alpha for Estimating Reliability. But... *Communication methods and measures*, *14*(1), 1–24. https://doi.org/doi.org/10.1080/19312458.2020.1718629

Hock, C. U. (2008). Introducing mathematical modelling to secondary school teachers: A case study. *The Mathematics Educator*, *11*(1), 21–32. https://math.nie.edu.sg/ame/matheduc/tme/tmeV11/05%20Article%20by%20Cheah.pdf

Hulleman, C. S., Godes, O., Hendricks, B. L. & Harackiewicz, J. M. (2010). Enhancing interest and performance with a utility value intervention. *Journal of educational psychology*, *102*(4), 880–895. https://doi.org/doi.org/10.1037/a0019506

Ikeda, T. (2007). Possibilities for, and Obstacles to Teaching Applications and Modelling in the Lower Secondary Levels. I W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn & M. Niss (Red.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study* (s. 457–462). Springer, Boston, MA. https://doi.org/doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_51

Jankvist, U. T. & Niss, M. (2020). Upper secondary school students' difficulties with mathematical modelling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *51*(4), 467–496. https://doi.org/doi.org/10.1080/0020739X.2019.1587530

Kaiser, G. & Schwarz, B. (2010). Authentic Modelling Problems in Mathematics Education—Examples and Experiences. *Journal für Mathematik-Didaktik*, *31*, 51–76. https://doi.org/doi.org/10.1007/s13138-010-0001-3

Kalkbrenner, M. T. (2024). Choosing Between Cronbach’s Coefficient Alpha, McDonald’s Coefficient Omega, and Coefficient H: Confidence Intervals and the Advantages and Drawbacks of Interpretive Guidelines. *Measurement and evaluation in counseling and development*, *57*(2), 93–105. https://doi.org/doi.org/10.1080/07481756.2023.2283637

Kerby, D. S. (2014). The Simple Difference Formula: An Approach to Teaching Tonparametric Correlation. *Comprehensive Psychology*, *3*. https://doi.org/doi.org/10.2466/11.IT.3.1

Leder, G. (2015). Foreward: From Hidden Dimensions to Dynamic Systems in Affect Research. I B. Pepin & B. Roesken-Winter (Red.), *From beliefs to dynamic affect systems in mathematics education* (s. v–x). Springer International Publishing Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-06808-4

Lozano, L. M., García-Cueto, E. & Muñiz, J. (2008). Effect of the Number of Response Categories on the Reliability and Validity of Rating Scales. *Methodology*, *4*(2), 73–79. https://doi.org/10.1027/1614-2241.4.2.73

Morgan, D. L. (2023). Exploring the use of artificial intelligence for qualitative data analysis: The case of ChatGPT. *International journal of qualitative methods*, *22*. https://doi.org/doi.org/10.1177/16094069231211248

Maaß, K. (2005). Barriers and opportunities for the integration of modelling in mathematics classes: results of an empirical study. *Teaching Mathematics Applications*, *24*(2-3), 61–74. https://doi.org/10.1093/teamat/hri019

Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, *38*(2), 113–142. https://doi.org/10.1007/BF02655885

Maaß, K. (2010). Classification Scheme for Modelling Tasks. *Journal für Mathematik-Didaktik*, *31*, 285–311. https://doi.org/10.1007/s13138-010-0010-2

NESH. (2021). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap og humaniora*. De nasjonale forskningsetiske komiteene. Hentet 29. mai 2024 fra https://www.forskningsetikk.no/globalassets/dokumenter/4-publikasjoner-som-pdf/forskningsetiske-retningslinjer-for-samfunnsvitenskap-og-humaniora.pdf

Norén, E. & Thornberg, P. (2016). Normer och kommunikation i matematikklassrummet *Språk i matematik*, *1*(4). https://larportalen.skolverket.se/api/resource/P03WCPLAR057557

NOU 2015: 8. (2015). *Fremtidens skole: Fornyelse av fag og kompetanser*. Kunnskapsdepartementet. https://www.regjeringen.no/contentassets/da148fec8c4a4ab88daa8b677a700292/no/pdfs/nou201520150008000dddpdfs.pdf

Onion, A. J. (2004). What use is maths to me? A report on the outcomes from student focus groups. *Teaching Mathematics and Its Applications*, *23*(4), 189–194. https://doi.org/10.1093/teamat/23.4.189

Pehkonen, E. & Törner, G. (1995, 4.-5. oktober). *Mathematical Belief Systems and Their Meaning for the Teaching and Learning of Mathematics* [Proceedings of the MAVI workshop]. Current State of Research on Mathematical Beliefs, University of Duisburg. https://www.mathematical-views.org/wp-content/uploads/sites/10/2020/06/proceedings_mavi1.pdf#page=11

Personopplysningsloven. (2022). *Lov om behandling av personopplysninger* (LOV-2018-06-15-38). Lovdata.no. https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2018-06-15-38

Peters, M. A., Jackson, L., Papastephanou, M., Jandrić, P., Lazaroiu, G., Evers, C. W., Cope, B., Kalantzis, M., Araya, D., Tesar, M., Mika, C., Chen, L., Wang, C., Sturm, S., Rider, S. & Fuller, S. (2023). AI and the future of humanity: ChatGPT-4, philosophy and education – Critical responses. *Educational Philosophy and Theory*, 1–35. https://doi.org/doi.org/10.1080/00131857.2023.2213437

Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. I J. Frank K. Lester (Red.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (s. 257–315). National Council of Teachers of Mathematics.

Rincon, G. A., Fernández Cézar, R. & Hernandez, C. F. (2020). Beliefs about mathematics and academic performance: A descriptive - correlational analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, *1514*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1514/1/012021

Sikt. (u.å.). *Personvern i spørjeundersøkingar*. Sikt. Hentet 29. mai 2024 fra https://sikt.no/tjenester/personverntjenester-forskning/personvernhandbok-forskning/personvern-i-sporreundersokelser

Siller, H.-S. & Greefrath, G. (2020). Modelling Tasks in Central Examinations Based on the Example of Austria. I G. A. Stillman, G. Kaiser & C. E. Lampen (Red.), *Mathematical modelling education and sense-making* (s. 383–392). Springer, Cham. https://doi.org/doi.org/10.1007/978-3-030-37673-4_33

Skott, J. (2015). Towards a Participatory Approach to 'Beliefs' in Mathematics Education. I B. Pepin & B. Roesken-Winter (Red.), *From beliefs to dynamic affect systems in mathematics education* (s. 3–23). Springer International Publishing, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-06808-4_1

Sticca, F., Goetz, T., Bieg, M., Hall, N. C., Eberle, F. & Haag, L. (2017). Examining the accuracy of students' self-reported academic grades from a correlational and a discrepancy perspective: Evidence from a longitudinal study. *PloS one*, *12*(11), e0187367. https://doi.org/doi.org/10.1371/journal.pone.0187367

Stillman, G. A., Brown, J. P. & Galbraith, P. (2013). Challenges in Modelling Challenges: Intents and Purposes. I G. A. Stillman, G. Kaiser, W. Blum & J. P. Brown (Red.), *Teaching Mathematical Modelling: Connecting to Research and Practice* (s. 217–227). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6540-5

Teigen, K. H. (2020, 31.august). Opplevelse. I *Store norske leksikon*. Hentet 15.mai 2024 fra https://snl.no/opplevelse

Tomczak, M. & Tomczak, E. (2014). The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *Trends in Sport Sciences 1*(21), 19–25. http://tss.awf.poznan.pl/files/3_Trends_Vol21_2014__no1_20.pdf

Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i matematikk 1.-10. trinn (MAT01-05)*. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. https://data.udir.no/kl06/v201906/laereplaner-lk20/MAT01-05.pdf?lang=nob

Utdanningsdirektoratet. (2022). *Eksamensoppgaver*. matematikk.net. Hentet 25. januar 2024 fra https://www.matematikk.net/side/Eksamensoppgaver

Utdanningsdirektoratet. (2023, 10. oktober). *Karakterer i videregående skole 2022-2023*. https://www.udir.no/tall-og-forskning/statistikk/statistikk-videregaende-skole/analyser/2023/eksamen-vgo-2023/

Utdanningsdirektoratet. (u.å.). *Elevtall i videregående skole - utdanningsprogram og trinn*. https://www.udir.no/tall-og-forskning/statistikk/statistikk-videregaende-skole/elevtall-i-videregaende-skole/elevtall-vgo-utdanningsprogram/

Verschaffel, L., Schukajlow, S., Star, J. & Van Dooren, W. (2020). Word problems in mathematics education: A survey. *ZDM - Mathematics Education*, *52*, 1–16. https://doi.org/doi.org/10.1007/s11858-020-01130-4

Wess, R. & Greefrath, G. (2019, 6.-10. februar). *Professional competencies for teaching mathematical modelling–supporting the modelling-specific task competency of prospective teachers in the teaching laboratory*. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Netherlands. https://hal.science/hal-02409039

Wess, R., Klock, H., Siller, H.-S. & Greefrath, G. (2021). Mathematical Modelling. I R. Wess, H. Klock, H.-S. Siller & G. Greefrath (Red.), *Measuring Professional Competence for the Teaching of Mathematical Modelling* (s. 3–20). Springer Nature. https://doi.org/doi.org/10.1007/978-3-030-78071-5

Wickström, G. & Bendix, T. (2000). The "Hawthorne effect" — what did the original Hawthorne studies actually show? *Scand J Work Environ Health*, *26*(4), 363–367. https://doi.org/10.5271/sjweh.555

Wigfield, A. & Eccles, J. S. (2002). The Development of Competence Beliefs, Expectancies for Success, and Achievement Values from Childhood through Adolescence. I A. Wigfield & J. S. Eccles (Red.), *Development of achievement motivation* (s. 91–120). Academic Press. https://doi.org/doi.org/10.1016/B978-012750053-9/50006-1

Winsløw, C. (2006). Teorien om didaktiske situationer. I *Didaktiske elementer: En indføring i matematikkens og naturfagenes didaktik* (s. 229–242). Biofolia.

Zambrano, A. F., Liu, X., Barany, A., Baker, R. S., Kim, J. & Nasiar, N. (2023). From nCoder to Chatgpt: From Automated Coding to Refining Human Coding. I G. A. Irgens & S. Knight (Red.), *Advances in Quantitative Ethnography. ICQE 2023* (s. 470–485). Springer, Cham. https://doi.org/doi.org/10.1007/978-3-031-47014-1_32

Ärlebäck, J. B. (2009). *Designing, implementing and evaluating mathematical modelling modules at the upper secondary level* [Tech Rep. nr 2009:8, LITH-MAT-R-2009-9]. Linköpings universitet, Matematiska institutionen. https://www.researchgate.net/publication/327390587_Designing_implementing_and_evaluating_mathematical_modelling_modules_at_the_upper_secondary_level_-_a_design_study

Ärlebäck, J. B. & Bergsten, C. (2009). On the Use of Realistic Fermi Problems in Introducing Mathematical Modelling in Upper Secondary Mathematics. I R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines & A. Hurford (Red.), *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies: ICTMA 13* (s. 597–609). Springer https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0561-1_52

Österholm, M. (2010, 28. januar-1. februar). *Beliefs: A theoretically unnecessary construct?* CERME 6: Proceedings of the Sixth Congress of the European Society for Research in MAthematics Education Lyon France. http://erme.site/wp-content/uploads/2021/06/cerme6_proceedings.pdf

Vedlegg

Vedlegg 1: Modelleringsoppgavene brukt i prosjektet

Oppgave 1) Høyden av en bygning

Se på bildet over. Hvor høy er bygningen fremst i bildet? Begrunn svaret ditt (svar under):

Oppgave 2) Mobilabonnement

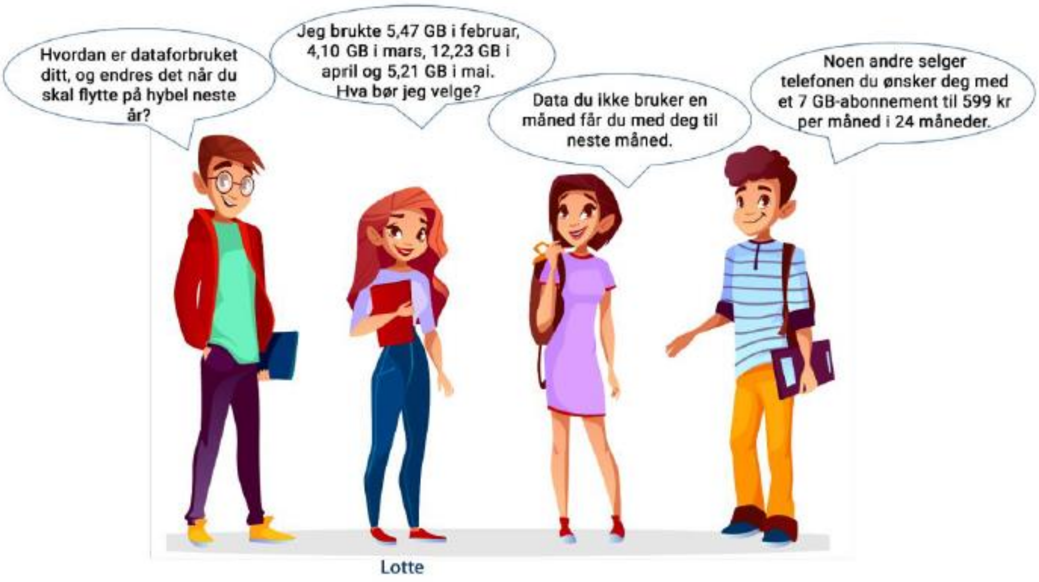
Lotte og tre venner diskuterer hvilket mobilabonnement Lotte bør velge.

Oversikten viser priser for ulike mobilabonnement.

Ingen	Litt	Litt mer	Favoritt	Stor	Størst
0 GB	1 GB	3 GB	7 GB	10 GB	25 GB
	~~Før 179 kr per mnd.~~			~~Før 379 kr per mnd.~~	
99 kr per mnd.	139 kr per mnd.	239 kr per mnd.	289 kr per mnd.	339 kr per mnd.	439 kr per mnd.

Ekstra datapakke:

1 GB: 79 kr 3 GB: 149 kr 5 GB: 199 kr 10 GB: 299 kr



Bruk informasjonen ovenfor som et utgangspunkt til å vise din kompetanse innen modellering og anvendelse.

Svar under og på neste side:

Spørsmål 3) Empire State Building

Det finnes en informasjons-skranke på bakkenivå i bygget Empire State Building. Det vanligste spørsmålet de ansatte får, er:

- Hvor lang tid tar turistheisen opp til utsiktsposten i toppetasjen?
- Hvis man velger å ta trappene istedenfor, hvor lang tid vil det da ta?

Din oppgave er å skrive et kort brev til de ansatte ved informasjonsskranken, som besvarer disse spørsmålene (du skal også inkludere de antakelsene du gjør som du baserer resonnementet ditt på).

Vedlegg 2: Spørreundersøkelsen

Dette er en undersøkelse som skal kartlegge hvordan elever i 1T og 1P opplever modelleringsoppgaver. Undersøkelsen er helt anonym, og læreren din får ikke vite hva du svarer på spørsmålene.

Det er frivillig å delta. Dersom du samtykker til å delta trykker du deg videre til neste side. Dersom du ikke ønsker å delta kan du lukke siden.

Alle svarene i undersøkelsen vil bli behandlet konfidensielt.

Har du for øyeblikket 1T eller 1P?

- 1T
- 1P

Hvilket kjønn er du?

- Gutt
- Jente
- Annet/vil ikke oppgi

Nå kommer noen spørsmål som handler om oppgavene du nettopp arbeidet med (før undersøkelsen).

Jeg opplever oppgavene i testen som gøye.

- Svært uenig
- Uenig
- Enig
- Svært enig

Jeg opplever oppgavene i testen som lette.

- Svært uenig
- Uenig
- Enig
- Svært enig

Jeg opplever oppgavene i testen som interessante.

- Svært uenig
- Uenig
- Enig
- Svært enig

Jeg tenker at jeg må bruke matematikk for å svare på spørsmålene.

Svært uenig Uenig Enig Svært enig

Jeg tenker at denne typen oppgaver er godt egnet for videregåendeskolematematikk.

Svært uenig Uenig Enig Svært enig

I videregåendeskolematematikken arbeider/arbeidet vi ofte med lignende oppgaver.

Svært uenig Uenig Enig Svært enig

Jeg ønsker å arbeide med slike oppgaver oftere i videregåendeskolematematikken.

Svært uenig Uenig Enig Svært enig

Hvilket fag på skolen tenker du på som mest nyttig? Hvorfor?

Tenker du at du kommer til å trenge matematikk i fremtiden? Hvorfor eller hvorfor ikke?

Hva er matematikk etter din mening? Beskriv med noen setninger.

Er du interessert i matematikk? Hvis ja, hva er du spesielt interessert i?

Hvilken relevans har matematikk for samfunnet etter din mening?

Er du interessert i faget matematikk på skolen? Hvis ja, hvorfor? Hvis ikke, hvorfor ikke?

Beskriv temaer, oppgavetyper og aktiviteter i matematikktimen som appellerer til deg (som du liker). (Maks 3)

Beskriv temaer, oppgaver og aktiviteter i matematikktimen som gjør deg motløs eller gjør at du kjeder deg. (Maks 3)

Har du så langt hatt mulighet til bruke noen matematiske tilnærminger eller metoder som du har lært på skolen, i hverdagslivet ditt eller på andre områder? Hvis ja, hvilke områder og hvor?

I læreplanen for grunnskolen (1-10.trinn) står det at:
«Elevene skal ha innsikt i hvordan modeller i matematikk brukes for å beskrive dagliglivet, arbeidslivet og samfunnet ellers. Modellering i matematikk handler om å lage slike modeller. Det handler også om å kritisk vurdere om modellene er gyldige, og hvilke begrensninger de har, vurdere modellene i lys av de opprinnelige situasjonene og vurdere om de kan brukes i andre situasjoner.» (Utdanningsdirektoratet, 2019)

Har du noen gang møtt på ordet «matematisk modellering» under din tid på videregående?

○ Ja ○ Nei

Beskriv med dine egne ord hva du legger i begrepet ‘matematisk modell’ og ‘modellering’.

Hvilken karakter tror du at du ligger på i matematikk?

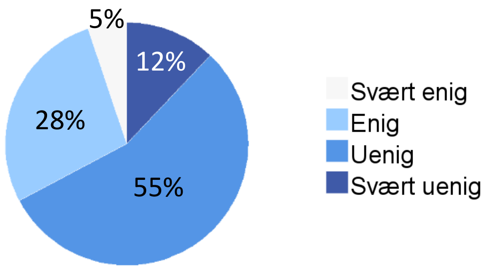
- [ ] 1
- [ ] 2
- [ ] 3
- [ ] 4
- [ ] 5
- [ ] 6

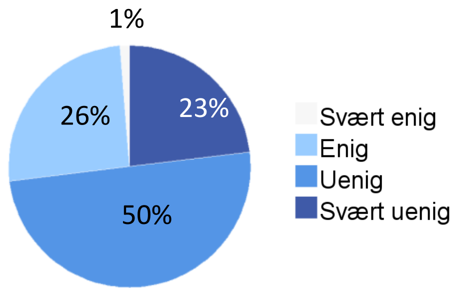
Tusen takk for din deltakelse!

Vedlegg 3: Diagrammer som viser svarfordeling på holdningsspørsmål

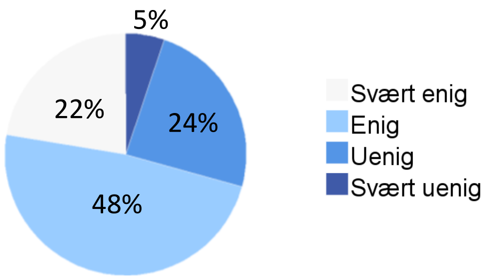
1T	1P

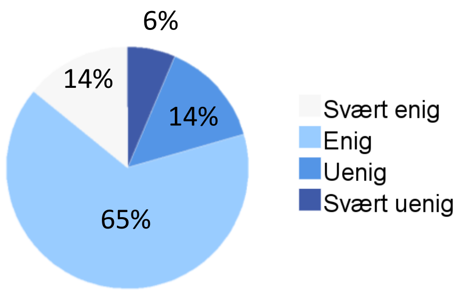
Holdning2: Jeg opplever oppgavene i testen som lette.



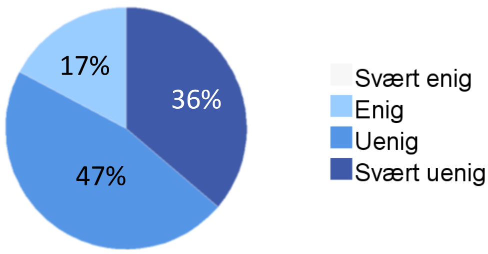


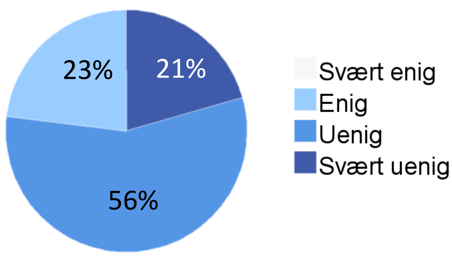
Holdning4: Jeg tenker at jeg må bruke matematikk for å svare på spørsmålene.





Holdning6: I videregåendeskolematematikken arbeider/arbeidet vi ofte med lignende oppgaver.





Vedlegg 4: Alle statistisk signifikante resultater fra Kendalls tau-test

Oversikt over statistisk signifikante verdier fra Kendalls tau test

Kode for variabel	Kode for variabel	Korrelasjonskoeffisient	Sig. (2-tailed)
Kjønn	ForestillingMatematikk7	0.240**	0.003
Holdning1	Holdning2	0.347**	<0.001
Holdning1	Holdning3	0.713**	<0.001
Holdning1	Holdning5	0.459**	<0.001
Holdning1	Holdning7	0.497**	<0.001
Holdning1	Nytteverdi2	0.155*	0.049
Holdning1	ForestillingMatematikk2	0.239**	0.002
Holdning2	Holdning3	0.248**	0.001
Holdning2	Holdning5	0.285**	<0.001
Holdning2	Holdning7	0.329**	<0.001
Holdning2	Karakter	0.160*	0.031
Holdning3	Holdning5	0.482**	<0.001
Holdning3	Holdning7	0.483**	<0.001
Holdning3	ForestillingMatematikk2	0.248**	0.001
Holdning3	ForestillingMatematikk4	0.205**	0.009
Holdning3	Karakter	0.193**	0.010
Holdning4	Holdning5	0.211**	0.006
Holdning4	Holdning7	0.169*	0.024
Holdning5	Holdning7	0.554**	<0.001
Nytteverdi2	ForestillingMatematikk2	0.241**	0.002
Nytteverdi2	ForestillingMatematikk4	0.201*	0.011
Nytteverdi2	ForestillingMatematikk7	0.189*	0.017
Nytteverdi2	Karakter	0.199**	0.009
ForestillingMatematikk2	ForestillingMatematikk4	0.582**	<0.001
ForestillingMatematikk2	ForestillingModellering1	0.174*	0.034
ForestillingMatematikk2	Karakter	0.301**	<0.001
ForestillingMatematikk4	Karakter	0.266**	<0.001
ForestillingMatematikk7	Karakter	0.182*	0.015

**Korrelasjon er på signifikansnivå 0.01 (2-tailed)
*Korrelasjon er på signifikansnivå 0.05 (2-tailed)