



UiT Norges arktiske universitet

Institutt for lærerutdanning og pedagogikk

En surveystudie av læreres bruk av utforskende matematikkundervisning

En kvantitativ studie om matematikklæreres selvrapporterte bruk av utforskende undervisning

—
Jonas Leitring & August Engebretsen

Lærerutdanningen 5.-10. trinn, matematikdidaktikk (LER-3903-1)

Mai 2023

Forord

Når vi nå leverer denne masteravhandlingen, avslutter vi fem år ved lærerutdanning for 5.-10. trinn ved UiT – Universitetet i Tromsø. Det oppleves vemodig å avslutte denne tiden, som har vært både lærerik og fylt med minnerike øyeblikk sammen med andre medstudenter. Likevel er det slik at i det vi avslutter livet som studenter, begynner vi på en ny og spennende periode som ferske lærere i den norske grunnskolen.

Vi vil benytte anledningen til å takke Per Øystein Haavold for avgjørende tilbakemeldinger og veiledning. Uten dette hadde det neppe blitt noen masteravhandling. Vi vil også takke alle lærere som har tatt seg tid til å delta i denne studien. Avslutningsvis må vi berømme Jonas sin samboer, Annett, for at hun i det hele tatt orket å lese gjennom, vurdere og gi gode tilbakemeldinger på hele masteravhandlingen vår.

Tromsø, mai 2023

Jonas Leitring & August Engebretsen

Sammendrag

Dette masterprosjektet har undersøkt bruken av utforskende matematikk blant norskematematikklærere i norsk grunnskole. Årsaken til at dette ble undersøkt, er det økte fokuset utforskende matematikk har fått innen utdanningspolitikken, hvor både lærerutdanning og gjeldende læreplan legger vekt på dette. Studien er kvantitativ, og ble gjort ved å benytte et digitalt spørreskjema hvor tilfeldig utvalgte matematikklæreres egen undervisningspraksis ble belyst ved at lærerne selvrapporterte undervisningsadferden sin. Studiens spørreskjema inneholdt også spørsmål/påstander som hadde til hensikt å gi et innblikk i lærernes bakgrunn og holdninger, for å videre undersøke sammenhenger mellom dette og eventuell bruk av utforskende undervisning.

Studiens funn viser at norske grunnskolelærere selv mener at de benytter utforskende matematikkundervisning. Dette står i kontrast til den historiske beskrivelsen av den norske matematikkundervisningen. De mest signifikante påvirkningene på bruken av utforskende matematikk later til å være antallet *studiepoeng i matematikk*, *ansiennitet*, *et utforskende syn på hvordan matematikkundervisningen burde bedrives*, og *et opplevd fravær av hindringer*. Resultatet av studien tilsier likevel at matematikklærerne ønsker å benytte utforskende undervisning i større grad enn hva de faktisk gjør, hvor bruken av utforskende undervisning ligger på et *middels* nivå. Det er derfor et spørsmål om utforskende undervisning muligens ikke foregår på grunn av, men heller på tross av rammeverket for undervisningen. Majoriteten av studiens respondenter rapporterte samtidig at de ikke var særlig påvirket av studiens utvalgte hindringer. Dette kan indikere at det eksisterer andre opplevde hindringer, som studien ikke har tatt hensyn til. Samlet sett indikerer studiens funn at den norske matematikkundervisningen i grunnskolen beveger seg i retning av utforskende undervisning. Gitt at det er ønskelig å fortsette denne trenden, virker det avgjørende å fortsette den faglige kompetansehevingen blant matematikklærerne, i tillegg til å sørge for at lærerne opplever at rammeverket for undervisningen legger til rette for utforskende undervisning.

Innholdsfortegnelse

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Innledning..... | 1 |
| 1.1 | Bakgrunn for valg av tema | 1 |
| 1.2 | Formål og problemstilling | 3 |
| 1.3 | Studiens oppbygning | 4 |
| 2 | Teori | 4 |
| 2.1 | Matematikkundervisning | 5 |
| 2.1.1 | Tradisjonell matematikkundervisning..... | 5 |
| 2.1.2 | Utforskende matematikk | 7 |
| | Bakgrunn | 7 |
| | Fra utforskende undervisning til utforskende matematikkundervisning..... | 9 |
| | Didaktisk modell for utforskende matematikkundervisning | 11 |
| 2.1.3 | Problemløsning og modellering | 12 |
| | Problemløsning..... | 12 |
| | Modellering | 14 |
| 2.2 | Kommunikasjon i utforskende undervisning..... | 14 |
| 2.3 | Påvirkninger på læreres undervisningspraksis | 16 |
| 2.3.1 | Syn på matematikkfaget og -undervisning..... | 17 |
| 2.3.2 | Personlige bakgrunnsvariabler | 20 |
| 2.3.3 | Hindringer | 21 |
| 2.4 | Tidligere forskning | 24 |
| 2.4.1 | Utforskende og tradisjonell undervisning | 24 |
| 2.4.2 | Bruken av utforskende undervisning..... | 26 |
| 2.4.3 | Påvirkninger på læreres undervisningspraksis | 28 |
| 2.5 | Konseptuelt rammeverk..... | 29 |
| 2.5.1 | Konseptualisering av utforskende matematikkundervisning | 29 |
| 2.5.2 | Konseptualisering av utforskende undervisningsaktiviteter | 30 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.5.3 | Konseptualisering av syn på matematikkfaget og -undervisning..... | 31 |
| 2.5.4 | Konseptualisering av hindringer | 32 |
| 3 | Metode..... | 33 |
| 3.1 | Forskningsmetode..... | 33 |
| 3.2 | Forskningsstrategi..... | 34 |
| 3.2.1 | Rekruttering og datainnsamling | 34 |
| 3.3 | Utvalgsbeskrivelse..... | 36 |
| 3.4 | Utforming av spørreskjema | 38 |
| 3.4.1 | Spørreskjemaets innhold | 39 |
| 3.5 | Faktoranalyse og samlevariablene..... | 42 |
| 3.6 | Analyseprosedyrer | 49 |
| 3.6.1 | Deskriptiv data | 49 |
| 3.6.2 | Analytisk data..... | 50 |
| | Pearsons r (korrelasjonsanalyse) | 50 |
| | Multipel regresjonsanalyse..... | 51 |
| 3.7 | Validitet og reliabilitet..... | 53 |
| 3.7.1 | Validitet..... | 53 |
| 3.7.2 | Reliabilitet | 58 |
| 3.8 | Etikk..... | 58 |
| 4 | Resultater..... | 60 |
| 4.1 | I hvilken grad matematikklærere mener de bedriver utforskende undervisning | 60 |
| 4.2 | Sammenhengen mellom lærernes bakgrunn og deres matematikkundervisning..... | 61 |
| 4.3 | Sammenhengen mellom læreres syn på undervisning og læring, og deres undervisningspraksis | 63 |
| 4.4 | Sammenhengen mellom lærernes bakgrunn og deres undervisningspraksis, kontrollert for syn på fag, samt opplevde hindringer i arbeidet | 65 |
| 5 | Drøfting | 68 |
| 5.1 | I hvilken grad matematikklærere mener de bedriver utforskende undervisning | 68 |

| | |
|--|----|
| Lærere mener selv at de benytter utforskende undervisning..... | 69 |
| Tradisjonell undervisning har fortsatt en plass i undervisningen..... | 70 |
| Har det skjedd en utvikling i løpet av de siste årene? | 71 |
| 5.2 Sammenhengen mellom lærernes bakgrunn og deres matematikkundervisning..... | 72 |
| Utdanningsform og kjønn ser ikke ut til å ha noen signifikant effekt..... | 72 |
| Yrkeserfaring og antallet studiepoeng i matematikk har en effekt på bruken av utforskende undervisning | 73 |
| Fraværet av tradisjonell undervisning påvirkes ikke av noen av studiens bakgrunnsvariabler | 74 |
| 5.3 Sammenhengen mellom læreres syn på undervisning/fag og deres undervisningspraksis | 75 |
| Et utforskende syn korrelerer med bruken av utforskende undervisning..... | 75 |
| Lærerne har et utforskende syn, men det resulterer ikke nødvendigvis i utforskende undervisning | 77 |
| 5.4 I hvilken grad det er sammenheng mellom lærernes bakgrunn, syn på fag og undervisning, og deres rapporterte undervisningspraksis, kontrollert for opplevde hindringer i arbeidet | 78 |
| I hvilken grad lærerne opplever studiens utvalgte hindringer..... | 78 |
| Lærernes bakgrunn og syn på fag/undervisning sett i sammenheng..... | 79 |
| Opplevde hindringer har en liten, men signifikant påvirkning på bruken av utforskende matematikk | 79 |
| 6 Konklusjon | 82 |
| 6.1 Implikasjoner for videre forskning | 84 |
| 6.2 Implikasjoner for praksisfeltet..... | 85 |
| Referanseliste | 86 |
| Vedlegg 1: korrespondanse med Norsk Senter for Forskningsdata | 92 |
| Vedlegg 2: Informasjonsskriv | 93 |
| Vedlegg 3: Spørreskjema | 94 |

Tabelliste

| | |
|--|----|
| Tabell 1: Skolekategorisering..... | 36 |
| Tabell 2: Respondentkategorisering..... | 37 |
| Tabell 3: Faktoranalyse av undervisningsgrep..... | 44 |
| Tabell 4: Faktoranalyse av syn på faget..... | 46 |
| Tabell 5: Faktoranalyse av syn på undervisning..... | 47 |
| Tabell 6: Faktoranalyse av opplevde hindringer..... | 48 |
| Tabell 7: Deskriptiv statistikk for samlevvariablene <i>utforskende kommunikasjon</i> (UK), | 60 |
| Tabell 8: Utforskende kommunikasjon..... | 62 |
| Tabell 9: Utforskende undervisningsaktiviteter..... | 62 |
| Tabell 10: Korrelasjon mellom læreres holdninger og adferd..... | 64 |
| Tabell 11: Svarfordeling innen hindringsspørsmål målt i prosent..... | 65 |
| Tabell 12: Utforskende kommunikasjon..... | 66 |
| Tabell 13: Utforskende undervisningsaktiviteter..... | 67 |
| Tabell 14: Tradisjonelle undervisningsaktiviteter..... | 68 |

Figurliste

| | |
|----------------------|----|
| Figur 1 | 61 |
| Figur 2 | 63 |
| Figur 3 | 64 |

1 Innledning

Denne masteravhandlingen er basert på en tverrsnittstudie, hvor vi har gjennomført en kvantitativ spørreundersøkelse blant norske matematikklærere. Hensikten har vært å avdekke i hvilken grad norske matematikklærere oppfatter egen undervisningspraksis som utforskende, samt granske sammenhenger mellom læreres syn på faget og undervisning, og graden av utforskende undervisning. Gjennom denne avhandlingen vil vi redegjøre for undersøkelsens utforming, gjennomføring og den påfølgende analysen av resultatene. Med dette til grunn vil vi drøfte resultatene i lys av tidligere teori og forskning.

1.1 Bakgrunn for valg av tema

Historisk sett har den norske matematikkundervisningen gjerne blitt beskrevet som lærerstyrt og preget av monotont, repetitivt og individuelt arbeid med oppgaver (se eksempelvis Alseth et al., 2003, s. 115). Denne formen for matematikkundervisning blir gjerne karakterisert som *tradisjonell undervisning*. Denne formen for matematikkundervisning legger ifølge Thompson (1992, s. 128) vekt på elevenes mestring av symboler og prosedyrer, og har i stor grad ignorert matematiske prosesser og det faktum at matematisk kunnskap ofte oppstår gjennom arbeid med problemsituasjoner. Klasseromsstudier og data fra TIMSS 2007 (Trends in International Mathematics and Science Study) påpeker at matematikkundervisningen i Norge i stor grad preges av lærerformidling av teori, etterfulgt av individuelt elevarbeid i læreboken (Grønmo & Onstad, 2009, s. 40). Alseth et al. (2003, s. 190-191) skriver at lærerstyrt matematikkundervisning, hvor ferdigheter skal pugges mer enn de skal forstås, går på bekostning av utforskning, kommunikasjon, samarbeid og tilknytning til elevenes dagligliv.

Ifølge Morten Blomhøj (2021, s. 2) kan *utforskende matematikkundervisning* (også omtalt som undersøkende undervisning) sees på som et motstykke til faglig formidlende undervisning, her forstått som tradisjonell undervisning. Utforskende matematikkundervisning beskrives av Artigue og Blomhøj (2013, s. 808) som en undervisning preget av varierte former for aktiviteter. Noen av de sentrale elementene av undervisningsformen innebærer at elevene målrettet arbeider med å avgrense og formulere problemer, gjennomføre og kritisere eksperimenter, debattere med hverandre og med læreren, samt utvikle og formidle tilhørende faglige argumenter. Enkelt forklart mener Artigue og Blomhøj (2013, s. 797) at utforskende pedagogikk kan beskrives som en arbeidsmetode hvor

elever får muligheten til å arbeide tilnærmet slik forskere og matematikere faktisk arbeider. Det er en stor mengde forskningslitteratur som peker på verdien av å aktivt engasjere elever i matematikkundervisningen (se eksempelvis Goos, 2004; Hiebert & Grouws, 2007; Skovsmose, 2001; Yackel & Cobb, 1996), hvor elevene lærer på en måte som krever at de aktivt tenker og løser problemer.

I nyere tid har utforskningsbasert pedagogikk fått stor støtte, særlig i Europa (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 797). Det finnes nyere studier som peker på at matematikkundervisningen er i endring. I norsk sammenheng viser eksempelvis en studie av Klette (2020) indikasjoner på at blant annet elevsamarbeid og elevdeltakelse har hatt en viss økning. Ifølge Klette et al. (2016, s. 2) har progressive undervisningsmetoder som utforskende matematikk lenge vært aktivt promotert innen norsk utdanningspolitikk. I den nye læreplanen «Kunnskapsløftet 2020» for matematikk (Kunnskapsdepartementet, 2019) viser både fagets sentrale verdier og de påfølgende *kjerneelementene* til at blant annet matematisk utforskning, problemløsning og kommunikasjon skal være en sentral del av faget for å forberede elevene på et samfunn og arbeidsliv i utvikling (Kunnskapsdepartementet, 2019, s. 2-3). I skoleopplæringens generelle verdigrunnlag, vist i læreplanens overordnede del, står *skaperglede, engasjement og utforskertrang* som et eget punkt. Her nevnes utforskertrang og skapende evner som avgjørende egenskaper for danning og identitetsutvikling, og for å danne samfunnsborgere som bidrar til å berike samfunnet (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 6-7). Dette tolkes følgelig dithen at å la elevene arbeide utforskende med matematikk er et tydelig ønsket utviklingstrekk i norsk matematikkundervisning. Likevel er det et stort gap mellom hva forskningen innen matematikkdiraktikk tilsier, og hva som faktisk foregår i det matematiske klasserommet i mange land (Boaler, 2008, s. 91). Det er også ifølge Engeln et al. (2013, s. 823) fortsatt et åpent spørsmål i hvilken grad utforskende undervisning faktisk benyttes i klasserommet i europeisk sammenheng.

Så langt i denne avhandlingen har det blitt vist til eksempler på at både matematikkdiraktisk og pedagogisk forskning, i tillegg til det norske læreplanverket, argumenterer for bruk av utforskende undervisning. Stein et al. (2007, s. 321) skriver at selv om læreres særegne plan for undervisningen og selve læreplanen som skrevet dokument også er viktig, er det likevel den individuelle lærerens gjennomføring av undervisningen i klasserommet som har direkte innvirkning på læringsmulighetene til elevene. Det anses følgelig som både interessant og relevant å undersøke i hvilken grad norske matematikklærere selv mener de bedriver

utforskende matematikkundervisning, samt å utforske ulike faktorerens påvirkning på bruksgraden av utforskende undervisning.

1.2 Formål og problemstilling

Formålet med denne masteravhandlingen er, ved hjelp av en kvantitativ survey-studie, å gi et innblikk i norske matematikklæreres selvrapporterte bruk av utforskende undervisning innen matematikk. Det er også et mål for studien å se disse resultatene opp imot lærernes bakgrunn i form av kjønn, studiepoeng i matematikk, ansiennitet og type utdanning. I tillegg til dette vil den rapporterte bruken av utforskende matematikk også tolkes opp mot syn på faget og undervisning, samt et utvalg hindringer for bruk av utforskende matematikk. Dette kan gi indikasjoner på hva som får matematikklærere til å bedrive utforskende matematikkundervisning. Alle disse dataaspektene av studien ble samlet inn ved bruk av spørreskjema. Studien ble gjennomført ved å kontakte totalt 224 tilfeldig utvalgte norske grunnskoler, hvor den enkelte skoleadministrasjon ble spurt om å spre og formidle studiens spørreskjema til skolens matematikklærere.

Studiens formål og avgrensning førte til følgende problemstilling og forskningsspørsmål:

I hvilken grad er utforskende undervisning gjeldende i klasserommet i dag, ifølge norske matematikklærere?

- 1) I hvilken grad oppgir et representativt utvalg av matematikklærere at de bedriver utforskende undervisning?*
- 2) I hvilken grad er det sammenheng mellom lærernes bakgrunn og deres rapporterte undervisningspraksis?*
- 3) I hvilken grad er det sammenheng mellom læreres syn på fag og undervisning i matematikk, og deres rapporterte undervisningspraksis?*
- 4) I hvilken grad er det sammenheng mellom lærernes bakgrunn, syn på fag og undervisning, og deres rapporterte undervisningspraksis, kontrollert for opplevde hindringer i arbeidet?*

Den overordnede problemstillingen har det konkrete formål å avdekke i hvilken grad matematikklærere selv mener at de benytter utforskende matematikkundervisning i det norske klasserommet. Det første forskningsspørsmålet utgjør den deskriptive delen av studien, hvor deskriptiv statistikk av respondentenes besvarelser på adferdsspørsmål vil gi indikasjoner på i hvilken grad utforskende matematikk benyttes. Adferdsspørsmålene omfatter i hvilken grad

lærerne rapporterer at de benytter ulike undervisningsgrep i sin praksis. Videre har det andre forskningsspørsmålet som hensikt å undersøke eventuelle sammenhenger mellom lærernes bakgrunn og deres oppfattede undervisningspraksis. «Bakgrunn» vil i denne sammenheng omfatte faktaopplysninger om respondentenes alder, kjønn o.l., i tillegg til informasjon om utdanning og erfaring innenfor læreryrket. Forskningsspørsmålet utforskes ved å benytte regresjonsanalyser for å se på sammenhengen mellom besvarelsene på adferdsspørsmål og relaterte bakgrunnsvariabler. Det tredje forskningsspørsmålet har også som mål å utforske sammenhenger, hvor lærernes syn på både fag og undervisning blir analysert opp mot den rapporterte bruken av utforskende undervisning. Det siste forskningsspørsmålet kan forstås som en sammensetning av forskningsspørsmål 2 og 3. Her blir det undersøkt hvilke sammenhenger det er mellom lærernes individuelle bakgrunner, syn på fag og undervisning, og deres undervisningspraksis. Dette blir i tillegg kontrollert opp imot et utvalg mulig opplevde hindringer innen implementering og gjennomføring av utforskende undervisning.

1.3 Studiens oppbygning

I kapittel 2 presenteres relevant teori og rammeverket for studien redegjøres for, hvor begrepet utforskende undervisning står sentralt. Kapittel 3 inneholder studiets metodiske tilnærminger. I kapittel 4 presenteres resultatene av dataanalysen, hvor funnene videre drøftes i sammenheng med relevant teori og tidligere forskning på feltet i kapittel 5. Avslutningsvis i kapittel 6 vil det bli lagt frem en oppsummering hvor hovedfunnene i studiet trekkes frem, i tillegg til noen refleksjoner rundt mulig videre forskning på feltet og studiens implikasjon for praksisfeltet.

2 Teori

Creswell og Creswell (2018, s. 100) argumenterer for at teori burde innlemmes tidlig i kvantitative studier for å begrunne sammenhengen mellom de ulike variablene presentert gjennom problemstilling og forskningsspørsmål. Teori bidrar ifølge Cohen et al. (2018, s. 71) til å velge ut, klassifisere og organisere idéer, prosesser og konsepter, som igjen bidrar til å forklare, avklare og artikulere sakens kjerne. Dette veileder retninger til den aktuelle forskningen, og legger grunnlaget for videre handlinger. Det vil være avgjørende for denne studien å presentere en avklaring av de ulike begrepene benyttet i problemstillingen og de påfølgende forskningsspørsmålene. Dette inkluderer også begreper som kan oppleves som perifere for denne studien. Eksempelvis erfares den teoretiske redegjørelsen av problemløsning og modellering som relevant, ettersom disse matematikdidaktiske teoriene forstås som sterkt

tilknyttet utforskende matematikk. Cohen et al. (2018, s. 69) forklarer at teoretiske rammeverk generaliserer og forklarer. Det konseptuelle rammeverk vil på motsatt side spesifisere de avgjørende teoretiske begrepene som benyttes i den respektive studien, og hvordan de vil benyttes for å undersøke det aktuelle fenomenet. Det erfarer derfor som hensiktsmessig for denne studien å etterfølge det teoretiske grunnlaget med en presentasjon av studiens konseptuelle rammeverk.

Denne studiens rammeverk består derfor av (1) et teoretisk bakteppe, hvor sentrale teoretiske begreper beskrives og forklares, og (2) en presentasjon av studiens konseptuelle rammeverk. Det førstnevnte legges frem i kapittel 2.1 til 2.4. Sistnevnte gjøres rede for i kapittel 2.5, hvor sammenhengen mellom de teoretiske redegjørelsene kommer frem, og hvordan de videre danner grunnlaget for studiens helhetlige konseptuelle rammeverk.

2.1 Matematikkundervisning

Det er ingen målsetting for denne studien å ta stilling til hvilken undervisningsmetode som fungerer «best», eller å sammenligne og sette ulike undervisningsteorier opp mot hverandre. Utforskende undervisning er likevel denne studiens hovedfokus. Det er derfor avgjørende å presentere en teoretisk forankring innen temaet, så vel som å presentere og gi rom for andre perspektiver, i dette tilfellet tradisjonell matematikkundervisning.

2.1.1 Tradisjonell matematikkundervisning

Tradisjonell matematikkundervisning er et vidt begrep, og det er mange tilsvarende begreper som kan brukes for å beskrive undervisningsformen. Noen andre begreper brukt innen teori på feltet inkluderer *faglig formidlende undervisning* og *direkte, eksplisitt* eller *systematisk instruksjon* (Archer & Hughes, 2011; Blomhøj, 2021; Kirschner et al., 2006; Stockard et al., 2018). Her er det viktig å skille mellom direkte instruksjon som et samlebegrep for undervisning som innebefatter elementer av systematisk kunnskapsformidling, og undervisningsmodellen som gjort kjent av Siegfried Engelmann og Wesley C. Becker (Stockard et al., 2018). Skillene mellom undervisningsmodellen og det generelle samlebegrepet er tydeligere i engelsk sammenheng, hvor den konkrete undervisningsmodellen gjerne betegnes med store forbokstaver (Direct Instruction) (s. 480). I denne studien er det selve samlebegrepet, og ikke modellen, som er av interesse.

Innen den tradisjonelle matematikkundervisningen vektlegges elevenes mestring av symboler og prosedyrer, og matematiske prosesser, og det faktum at matematisk kunnskap ofte oppstår

gjennom arbeid med problemsituasjoner, blir i stor grad ignorert (Thompson, 1992, s. 128). Alrø og Skovsmose (2004, s. 39) beskriver tradisjonell matematikkundervisning som en læringssituasjon hvor læreren presenterer tematikk fra læreboken og introduserer en algoritme, etterfulgt av selvstendig elevarbeid med oppgaveløsning. Elevene jobber med oppgaver individuelt eller i grupper. Læreren påtar seg så en veilederrolle og hjelper til med arbeidet og kontrollerer resultater. Blomhøj (2021, s. 2) sin beskrivelse av faglig formidlende undervisning er tilnærmet lik. Også her beskrives en undervisning som er primært drevet av læreboken, og hvor læreren presenterer elevene for matematiske begreper og metoder i forkant av elevarbeid med tilknyttede oppgaver. Denne autoriteten som læreboken får i klasserommet, hvor oppgavens relevans ikke er en del av matematikkundervisningen i seg selv, omtales gjerne som et *oppgaveparadigme*, og kan ifølge Skovsmose (2001, s. 123) ses på som en motsetning til en utforskende undervisningstilnærming. Selv om «kokebok»-oppgaver (Engeln et al., 2013) hvor elevene følger oppskriftene for å komme frem til spesifikke og predeterminerte løsninger har vært knyttet til mye kritikk, er det likevel vanskelig å etablere pålitelig bevisføring fra empiriske studier på at utforskende undervisning er noe mer effektivt og forbedrer matematikkundervisningen (s. 825). Kirschner et al. (2006, s. 75) påpeker at effekten av instruksjonsbasert undervisning har vært under disputt i et halvt århundre.

Archer og Hughes (2011) sin redegjørelse av grunnlaget for eksplisitt instruksjon viser, i likhet med de overnevnte beskrivelsene, at undervisningsformen vektlegger en direkte kunnskapsformidling fra lærer til elev. Sentrale elementer peker på en lærerformidling av blant annet ferdigheter, strategier og regler. Den grunnleggende tanken innenfor eksplisitt instruksjon er at jo mer instruksjon elevene mottar, desto mer læring oppnås det (s. 2-5). Strukturen på den tradisjonelle matematikkundervisningen beskrives som tredelt gjennom konseptet «I do it, we do it, you do it». I den første delen («I do it») demonstrerer og forklarer læreren metoden/ferdigheten som skal benyttes i den aktuelle undervisningen. I den andre delen («we do it») veileder læreren elevene i øvingen på metoden/ferdigheten ved å tilby hint, retning eller påminnelser. Den tredje og siste delen («you do it») består av individuell øving, hvor elevene gjennomfører øvelsen uten assistanse fra læreren (Archer & Hughes, 2011, s. 29). Denne formen for undervisning legger i stor grad vekt på kvantitet i oppgaveløsningen til elevene, hvor optimalisering av tid står sentralt (Archer & Hughes, 2011, s. 5).

I en studie av Stieg Mellin-Olsen (2009) er det gjort en analyse av hvordan norske matematikklærere snakker om matematikkfaget i skolen. I denne analysen er diskursen rundt

oppgaveløsningens sentrale rolle i undervisningen et hovedtema. Matematikkundervisningen beskrives som preget av nettopp oppgaveløsning fra start til slutt. I Stieg Mellin-Olsen (2009) sin analyse av denne diskursen dukker ordene «kjøre», «reise» og «fart» stadig frem. Begrepet «kjøre» beskriver retningen undervisningen oppleves å gå mot. Retningen kan være alt fra neste time, neste tematikk eller neste skoleår, med eventuell eksamen som endepunkt. «Reise» består av alle oppgavene elevene må gjennom frem mot det gjeldende målet, hvor undervisningen følger pensum fra oppgave til oppgave og kapittel til kapittel. Det siste begrepet, «fart», peker på i hvilken hastighet matematikklæreren kommer seg gjennom fagstoffet. Forholdet mellom mengden pensum og tilgjengelig tid er altså en sentral faktor. Mellin-Olsen (2009, s. 2) forklarer at vektleggingen av oppgaveløsning ikke bare er grunnet læreres egne frie valg, men at det er institusjonalisert. Flere lærere har dårlig samvittighet for dette «kjøret», men opplever det gjerne som utfordrende å omforme undervisningen til en mer kreativ og engasjerende prosess.

De ulike begrepene nevnt i dette delkapittelet om tradisjonell undervisning er mangefasettert, og kan ha noe ulik betydning avhengig av hvilken teori en stiller seg bak. Denne studien vil likevel behandle tradisjonell undervisning, faglig formidlende undervisning og direkte instruksjon (herunder eksplisitt og systematisk instruksjon) som likeverdige begreper. For enkelhets skyld vil disse begrepene samlet sett anses som å havne under paraplyen til det mer generelle begrepet tradisjonell matematikkundervisning, og dette begrepet vil alene benyttes videre.

2.1.2 Utforskende matematikk

Bakgrunn

Utviklingen av utforskende undervisning krediteres gjerne til John Dewey (1859-1952) og hans utdanningsfilosofi, hvor *refleksiv utforskning* står sentralt. Refleksiv utforskning beskriver læringsprosessen hvor individet beveger seg fra det kjente til det ukjente gjennom en kontrollert og reflektert prosess (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 798-799). I kjernen av Dewey sin teori er ny kunnskap forstått til å være drevet av motivasjonen til å løse et problem eller å forstå en situasjon. Kunnskapen dannes og allmenngjøres videre gjennom refleksjon over prosesser hvor løsningen eller forståelsen oppstår gjennom et samspill mellom handling og refleksjon (Blomhøj, 2021, s. 3). Historisk sett har utforskende undervisning vært et begrep som har blitt benyttet i forbindelse med naturfag (Rocard et al., 2007, s. 9)

Maaß og Artigue (2013, s. 780-781) viser til National Research Council (1996, s. 23) sin definisjon av selve aktiviteten vitenskapelig utforskning. Utforskning blir her beskrevet som en mangefasettert aktivitet som innebærer å gjøre observasjoner, stille spørsmål, undersøke informasjonskilder for å finne ut hva som allerede er kjent, planlegge etterforskning, gjennomgå det som allerede er kjent, benytte verktøy for å samle, analysere og tolke data, foreslå svar og forklaringer, og å kommunisere resultatene. Videre blir det forklart at utforskning krever at en identifiserer antakelser, bruker kritisk og logisk tenkning, og at en tar hensyn til alternative forklaringer. Ifølge Maaß og Artigue (2013, s. 780-781) blir denne definisjonen av utforskning ofte brukt sammen med de fem elementene som karakteriserer utforskningsbasert læring, som uttrykt av National Research Council (2000): (1) elevene er engasjert i vitenskapelige orienterte spørsmål, (2) elevene prioriterer bevisføring for å utvikle og evaluere forklaringer som tar tak i de vitenskapelig orienterte spørsmålene, (3) elevene formulerer forklaringer basert på de gitte bevisene, (4) elevene vurderer forklaringene sine i forhold til alternative forklaringer, (5) elevene kommuniserer og forsvarer de forklaringene de har formulert (s. 24-27). Maaß og Artigue (2013, s. 781) påpeker at denne definisjonen ikke ekskluderer andre tolkninger av utforskningsbasert læring. Viktige forskjeller består blant annet av synet på nivået av elevautonomi i undervisningsprosessen, forholdet mellom et fokus på utvikling av utforskende kompetanse og fokuset på utvikling av idéer og teknikker knyttet til det aktuelle pensumet, og i hvilken grad en vektlegger bruk av problemer og fenomener fra det virkelige liv som kilder til utforskning. Et element som skiller ulike tilnærminger til utforskende undervisning, er altså hvilket nivå av elevautonomi undervisningen tillater. Zion og Mendelovici (2012, s. 383-385) beskriver tre ulike kategorier av utforskende undervisning: Den første tilnærmingen, *strukturert utforskning* («structured inquiry»), tillater den laveste graden av elevautonomi. Her er både spørsmål/utfordring og den påfølgende arbeidsprosessen presentert og definert av læreren på forhånd, og elevene mottar eksplisitte retningslinjer for hvert steg i prosessen. Dette resulterer i et predeterminert resultat. Elevene aktiviseres gjennom utforskning i arbeidsprosessen, hvor de blant annet får gjøre observasjoner, komme med hypoteser og komme med løsningsforslag og konklusjoner. Slik kan de utvikle grunnleggende utforskningskunnskaper. Likevel utvikler ikke elevene evnen til å tenke selvstendig, ettersom både spørsmålene, prosessene og resultatene er predeterminert (Zion & Mendelovici, 2012, s. 384).

Innen den andre tilnærmingen, *veiledet utforskning* («guided inquiry»), åpner undervisningen opp for en større grad av elevautonomi. Også gjennom denne tilnærmingen blir

spørsmålet/utfordringen, og den påfølgende arbeidsprosessen, presentert til elevene. Det som skiller denne tilnærmingen fra den overnevnte tilnærmingen er likevel at elevene kan velge selv, gjennom elevsamarbeid, hvilke arbeidsprosesser de ønsker å benytte, og hvilke løsninger de ettersøker. Selv om læreren har lagt grunnlaget for hva som skal gjøres, kan elever likevel komme til uforutsette resultater (Zion & Mendelovici, 2012, s. 384).

Den siste tilnærmingen, *åpen utforskning* («open inquiry») tilbyr den høyeste graden av elevautonomi. I en undervisning med denne tilnærmingen som grunnlag, vil lærerens definerte rammeverk kun bestå av hvilket kunnskapstema utforskningen skal operere innenfor. Utover dette har elevene full frihet til å velge eller produsere spørsmål/oppgaver, og å velge hvilke arbeidsprosesser de ønsker å benytte. Elevene må innen denne tilnærmingen ta fullstendig ansvar selv for alle valgene de må ta gjennom arbeidet. Lærerens rolle går fra å formidle avgjørelser, til å tilrettelegge for at elevene tar passende selvstendige valg (Zion & Mendelovici, 2012, s. 384).

Fra utforskende undervisning til utforskende matematikkundervisning

Som tidligere nevnt påpeker en rapport av Rocard et al. (2007) at utforskende undervisning historisk sett har blitt benyttet primært i naturfaglig sammenheng. I matematikkdiraktisk sammenheng har heller begrepet *problembasert læring* (PBL) ofte blitt brukt (s. 9). Engeln et al. (2013, s. 824) påpeker at rapporten ikke tydeliggjør om disse to forskjellige begrepene kan brukes om en annen, og problematiserer mangelen på en konkret definisjon av utforskende undervisning som en kilde til misoppfatninger.

For å eksemplifisere denne utfordringen refererer Engeln et al. (2013, s. 824) til en debatt mellom Kirschner et al. (2006) og Hmelo-Silver et al. (2007). Disse artiklene presenterer to vidt forskjellige syn på hva utforskende undervisning er, og hvilke læringseffekter det har. Denne debatten blir gjennomgått grundigere i kapittelet om tidligere forskning (kap. 2.4). Grunnet disse ulike oppfatningene av utforskende undervisning, velger Engeln et al. (2013, s. 824) å benytte en bredere definisjon av begrepet basert på EU-prosjektet PRIMAS, hvor 14 forskjellige universiteter fra 12 forskjellige land jobber sammen for å promotere implementering av utforskende undervisning i matematikkfaget. Ifølge denne definisjonen blir utforskende matematikkundervisning beskrevet som en mangefasettert læringskultur hvor utforskningsprosessen står sentralt i læringen. Videre kjennetegnes undervisningsformen ved at studentene selv skaper mening, hvor den meningsfulle læringen finner sted i en dialogisk og sosial kontekst.

Selv om utforskende undervisning har sine røtter i naturfag, mener likevel Artigue og Blomhøj (2013, s. 802) at undervisningsformens inntog i matematikkfaget gjenspeiler det økende synet på at matematikk og andre vitenskapelige emner er nært tilknyttede felt, og at matematikk ikke er et rent deduktivt fag, men at det også har elementer av eksperimentering. Eksperimentering, argumentering, antakelser, testing, forklaring og kommunisering er blant noen av de sentrale aktivitetene Artigue og Blomhøj (2013, s. 808) nevner innen undervisningsformen. I argumentasjonen for bruken av utforskende matematikkundervisning mener Blomhøj (2021, s. 2-3) blant annet at utforskende arbeidsmetoder kan gi muligheter for at elevene kan få egne opplevelser og erfaringer med det faglige innholdet, som dermed i større grad kan føre til at matematikklæringen deres blir en del av deres personlige utvikling og dannelse. Blomhøj (2021, s. 13) legger, i likhet med den tidligere nevnte definisjonen fra PRIMAS-prosjektet, vekt på kommunikasjonsdelen av undervisningsformen, og påpeker at lærerens utfordrende dialog med klassen er en nødvendighet. Denne dialogen har som hensikt å bevisst trekke frem elevenes erfaringer fra det utforskende arbeidet. Selv om elevene har vært engasjert og motivert til å løse utfordringen eller problemet, kommer ikke de refleksive elementene i elevarbeidet nødvendigvis av seg selv. Her må læreren bidra ved å både utfordre og hjelpe elevene på vei. En sentral del av lærerens rolle innen utforskende undervisning er å legge til rette for, støtte og utfordre elevenes selvstendige utforskninger og refleksjoner gjennom dialogiske interaksjoner med elevene. Dette innebærer at læreren må sørge for at sentrale faglige poenger tilknyttes elevenes utforskende arbeid (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 809; Blomhøj, 2021, s. 13). Læreren kan med andre ord oppfattes som bindeleddet mellom elevenes utforskende arbeid og de påfølgende refleksjonene som etablerer kunnskap og læring.

Artigue og Blomhøj (2013, s. 808) mener at utforskende matematikkundervisning i korte trekk kan beskrives som en undervisning som innbefatter et rikt antall ulike aktiviteter inkorporert i en utforskende prosess. Den utforskende undervisningsprosessen kan oppsummeres gjennom følgende tre punkter: (1) et utgangspunkt for elevarbeidet og følgende felles læring etableres ved spørsmål eller undring rundt noe, (2) det etableres faglige og pedagogiske forutsetninger for det utforskende arbeidet elevene skal gjennomføre, (3) resultatene og de påfølgende refleksjonene som elevene gjør legger grunnlag for en oppbygging av felles faglig relevant kunnskap (Blomhøj, 2016, s. 155). Disse føringene legger videre grunnlaget for en tredelt struktur av undervisningsforløpet, som redegjøres for avslutningsvis i dette delkapittelet. Selve innholdet i undervisningen kan fortsatt variere, og

Blomhøj (2021, s. 5) påpeker at det er naturlig å se nærmere på ulike matematikdidaktiske teorier i en mer konkret bestemmelse av utforskende matematikkundervisning. Likevel er det en del elementer som står sentralt i enhver utforskende undervisning, og Blomhøj (2021, s. 10) presenterer en rekke punkter som han oppfatter som essensielle *utforskende undervisningsaktiviteter*. Punktene inneholder både elev- og læreraktiviteter som anses som typiske i utforskende undervisning. Eksempler på dette er elevaktiviteten «å fortolke og vurdere resultater», og læreraktiviteten «å stille åpne og nysgjerrige spørsmål til elevenes arbeid». Blomhøj (2021) understreker at selv om aktivitetene i seg selv er karakteristiske for utforskende matematikkundervisning, så kan mange av disse elev- og læreraktivitetene forekomme i enhver undervisning, også undervisning som ikke har som mål å være utforskende. Poenget er at disse aktivitetene står sentralt, og at enhver utforskende undervisning har et flertall av disse aktivitetene markant til stede (s. 10).

Innen internasjonal forskning brukes gjerne begrepene *discovery-based learning*, *problem-based learning*, *inquiry-based education* (IBE), *inquiry based learning* (IBL) og *inquiry based mathematics education* (IBME) om en undervisningsform hvor elever i større grad får muligheten til å jobbe slik matematikere og forskere arbeider (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 797; Maaß & Artigue, 2013, s. 781). I norsk sammenheng omtales dette gjerne som *utforskende* eller *undersøkende* undervisning. Alle disse begrepene blir gjerne ansett som synonyme (Maaß & Artigue, 2013, s. 781). Denne avhandlingen vil også anse de overnevnte begrepene som synonyme, og vil videre benytte begrepet utforskende (matematikk)undervisning.

Didaktisk modell for utforskende matematikkundervisning

I Blomhøj (2016, s. 155-156) sin didaktiske modell for utforskende matematikkundervisning presenterer han følgende tredelte oppbygging: (1) *iscenesettelse*, (2) *elevenes utforskende arbeid* og (3) *felles refleksjon og faglig læring*. Fasene er ikke låst kronologisk, men de er sentrale og er grunnleggende i enhver utforskende undervisning.

Den første fasen, iscenesettelse, innebærer en presentering av rammeverket for arbeidet. Dette gjelder blant annet tidsmessige og praktiske rammer, elevenes overtakelse av utfordringen/problemet fra læreren, samt etablering av både et felles språk mellom elevene om utfordringen og det didaktiske miljøet for arbeidet. Den andre fasen, elevenes utforskende arbeid, krever at elevene får tilstrekkelig med tid, frihet og støtte til en selvstendig arbeidsprosess. Læreren må i denne sammenheng støtte etableringen av samarbeid mellom

elevene, samt klare å både støtte og utfordre elevene gjennom dialog. Den tredje fasen, felles refleksjon og faglig læring, gjennomføres ved at læreren legger til rette for at erfaringer og resultater systematiseres og deles. Her vil faglige poenger pekes ut i plenum, og eventuelle nye spørsmål og utforskninger kommer frem. Den felles faglige kunnskapen blant elevene bygges og knyttes til tidligere etablert kunnskap (Blomhøj, 2016, s. 155-156).

Smith og Stein (2018) sin beskrivelse av en undervisning de definerer som «high-level instructional task lesson» er tilnærmet identisk. Denne formen for undervisning beskrives også som tredelt, med fasene (1) «Launch phase», (2) «explore phase» og (3) «discussion and summarise phase». Enkelt forklart starter undervisningen ved den første fasen, hvor læreren etablerer et matematisk problem som inneholder viktige matematiske idéer, og som kan løses ved forskjellige fremgangsmetoder. Den andre fasen begynner i det elevene setter i gang arbeidet med problemet, ofte gjennom elevsamarbeid og med et fokus på at de står fritt til å løse dette på den måten de ønsker. I den avsluttende fasen gjennomføres en plenumsdiskusjon og oppsummering av de ulike tilnærmingene som elevene har valgt for å løse problemet.

2.1.3 Problemløsning og modellering

Innen arbeidet med å knytte utforskende undervisning til matematikkfaget har blant annet matematikdidaktiske teorier som *problemløsning* og *modellering* gjort seg gjeldende (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 802). Dette er begreper som ofte blir sammenblandet og blir benyttet som synonymmer til utforskende undervisning (Engeln et al., 2013, s. 824). Selv om det kan være uheldig å transformere læringsteorier til spesifikke undervisningsmetoder, kan det likevel argumenteres for at all undervisningspraksis er relatert til helt bestemte kunnskaps- og læringssyn (Grønmo & Onstad, 2009, s. 40). Som Artigue og Blomhøj (2013, s. 802) påpeker er både problemløsning og modellering teoretiske perspektiver som påvirker hvordan utforskende matematikkundervisning promoteres i dag. Problemløsning og modellering er altså eksempler på teoretiske rammeverk som kan bidra i en konseptualisering og implementering av utforskende matematikkundervisning (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 802), og er derfor relevant i denne studiens teoretiske avgrensning av utforskende matematikkundervisning.

Problemløsning

Ifølge Silver (1997) er det ingen klar konsensus om hva utforskende matematikkundervisning innebærer. Likevel mener han at en utforskende tilnærming til matematikkundervisning kan beskrives som en undervisning hvor noe av ansvaret for problemformulering og påfølgende løsning er delt mellom både lærer og elev (s. 77). Vektleggingen av elevdeltakelse og

demokratisk medvirkning er et klart likhetstrekk mellom utforskende undervisning og problemløsning.

Problemløsning har sine røtter i arbeidet til George Pólya (1887-1985), noe Artigue og Blomhøj (2013, s. 802) beskriver som «banebrytende». I boken «How to solve it: A New Aspect of Mathematical Method» (Pólya & Conway, 2014) presenterer han en systematisk og strukturert tilnærming til problemløsning. Enkelt forklart er tilnærmingen en firedelt strategi, hvor den første delen består av å forstå problemet, den andre delen består av å legge en plan ved å avgjøre hvilken tilnærming som er mest fornuftig og effektiv. De siste to stegene innebærer gjennomføring av planen, for så å gjennomgå og evaluere resultatene (Pólya & Conway, 2014, s. 34-35). Pólya sin generelle tilnærming til problemløsning er en fremgangsmetode som har blitt benyttet videre i arbeidet med å etablere et rammeverk for problemløsningsbasert undervisning i matematikk. Schoenfeld (1989, s. 87-88) definerer et matematisk problem for en elev ved to konkrete kriterier. Oppgaven må først og fremst være et problem der eleven er engasjert og interessert i å finne en løsning. Dette sammenfaller godt med hvordan Cai (2010, s. 253) beskriver problembaserte oppgaver som rike og tatt fra den virkelige verden. Det andre kriteriet Schoenfeld (1989, s. 87-88) presenterer består av at de nødvendige matematiske midlene for å finne den løsningen ikke må ligge klart tilgjengelig for eleven. Cai (2010, s. 255) skriver at selv om det ikke er etablert noen universell enighet om hvordan undervisning gjennom problemløsning ser ut, er det likevel noen generelt aksepterte kjennetegn ved undervisningsmetoden. Først og fremst vil enhver slik undervisning starte med et problem av en eller annen form. Gjennom å utforske problemsituasjonen tilegner elever seg viktig kunnskap om matematiske konsepter eller idéer. Det skal gjerne være åpne problemsituasjoner som tilbyr ulike tilnærminger og løsninger. Elevene skal spille en aktiv rolle i læringsprosessen, hvor de diskuterer, sammenligner og deler tankegang og fremgangsmetoder. Cai (2010, s. 255) påpeker at elevenes aktive rolle i læringen kommer frem gjennom å utforske problemsituasjonen med veiledning fra læreren, og ved å «finne opp» sin egen løsningsstrategi. Gjennom beskrivelsen av problemløsning som undervisningsform er det tydelig at det eksisterer noen klare paralleller til utforskende matematikkundervisning slik det presenteres i kapittel 2.1.2. Silver (1997, s. 75) omtaler faktisk problemløsningsoppgaver som noe som havner innenfor feltet «utforskningsorientert matematikk».

Modellering

En matematisk modell kan beskrives som et bilde, som med hensikt forenkler og formaliserer noe fra den virkelige verden. Hensikten med matematiske modeller er både å beskrive og forklare, samt predikere og skape deler av den virkelige verden. Modelleringskompetanse tilsvarer ens evne til å konstruere og anvende matematiske modeller, i tillegg til å kunne analysere eller sammenligne gitte modeller (Blum, 2015, s. 77-78). Felles for de mange skjemaene for modelleringsprosessen som Blum (2015, s. 76) presenterer er bevegelsen fra et problem i den virkelige verden, for så å oversette det til et matematisk problem, deretter utforske løsningen, og til slutt oversette det tilbake til den virkelige verden. Vektleggingen av det virkelige liv og arbeidet med matematiske problem gir raskt assosiasjoner til både utforskende matematikk og problemløsning. Björkqvist (2003, s. 56) mener faktisk at matematisk modellering kan sees på som den mest fullstendige formen for matematisk problemløsning. Basert på empiri legger Blum (2015, s. 83-85) vekt på ulike aspekter som også verdsettes innen utforskende matematikk. Fokuset på samarbeid, konstruktiv anvendelse av feilsvar som læringssituasjoner, aktivt engasjerte elever og flere løsningsalternativer er blant noen av argumentene for benyttelsen av modellering som kan sies å være sterkt tilknyttet teori rundt utforskende undervisning.

2.2 Kommunikasjon i utforskende undervisning

Gjennom de øvrige teorikapitlene har kommunikasjon blitt fremhevet som en sentral del av den utforskende undervisningen. Dialogisk samspill mellom lærer og elev, i tillegg til elevene seg imellom fremheves som en sentral del av undervisningen (Artigue & Blomhøj, 2013; Blomhøj, 2021; Engeln et al., 2013). Alrø og Skovsmose (2004, s. 39) mener dialog i seg selv kan ses på som en utforskende prosess. De har identifisert et sett med dialogiske handlinger mellom lærer og elev som de illustrerer gjennom modellen *Inquiry Co-operation Model*, også kjent som IC-modellen. «Inquiry» omhandler som tidligere beskrevet utforskning, og «co-operation» kan i norsk sammenheng beskrives som «samarbeid». Grunntanken i denne modellen stiller seg bak John Dewey sin tidligere nevnte kunnskapsteori, hvor samspillet mellom handling og refleksjon anses som avgjørende. I prosessen mellom handling og refleksjon foregår det en samarbeidende prosess hvor elever må verbalisere hva de gjør og hvordan de tenker. Denne verbaliseringen foregår ikke bare mellom elev og lærer, men også elevene seg imellom (Alrø & Skovsmose, 2004, s. 46-48).

I Smith og Stein (2018) sitt rammeverk med fem grep for å utvikle den matematiske forståelsen til klassen som helhet, står kommunikasjon sentralt. Kjernen av denne tilnærmingen innebærer at elevenes arbeid og matematiske idéer trekkes frem. Dette skal føre til at motsigelser avsløres, og at forståelse utvikles og forsterkes. For å få til dette, argumenterer Smith og Stein (2018) for en planlegging av den matematiske dialogen i klasserommet. De fem grepene er som følger: (1) *forutse* sannsynlige elevresponser, (2) *observer* hvilke faktiske elevresponser som etableres gjennom elevenes arbeid med utfordringen, (3) *forbered en utvelgelse* av hvilke elever som skal presentere arbeidet sitt i den senere plenumsdiskusjonen slik at de sentrale matematiske idéene trekkes frem, (4) *sekvenser* rekkefølgen av elevresponser, og (5) *knytt* de ulike elevresponsene til de sentrale matematiske idéene (Smith & Stein, 2018, s. 9-10). Dette rammeverket skal fungere som en bidragsyter til at lærer får en større grad av kontroll i en elevsentrert pedagogikk. Selv om det er elevene som skal formidle kunnskapen seg imellom, så vil læreren likevel kunne kontrollere innholdet og retningen av kunnskapsdelingen blant elevene. Dette vil begrense situasjoner der læreren må ta pedagogiske valg i øyeblikket basert på improvisasjon rundt viktige matematiske poenger (Smith & Stein, 2018, s. 15).

da Ponte og Quaresma (2016, s. 54-55) referer til et rammeverk for å analysere klasseromsdiskusjoner som de utviklet sammen med Joana Mata-Pereira, publisert i det portugisiske tidsskriftet «Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa». De skiller mellom fire grunnleggende former for lærerhandlinger: (1) *inviting*, som har som mål å invitere til og sette i gang en diskusjon. (2) *Supporting/Guiding*, hvor en løser elevene frem til retningen for å løse en oppgave ved bruk av spørsmål eller observasjoner. Dette kan skje både bevisst og ubevisst. (3) *Informing/Suggesting*, hvor en introduserer informasjon, kommer med forslag og presenterer argumenter eller validerer elevresponser. (4) *Challenging*, denne siste formen for handling har som hensikt å få elevene til å produsere nye representasjoner, tolke en påstand, etablere sammenhenger eller formulere en argumentasjon eller en evaluering.

De legger også vekt på at oppgaver og kommunikasjon er nøkkeldelene av matematikkundervisning, hvor de benytter begrepet «exploratory approach», altså en utforskende tilnærming til undervisning. Kontekstualiserte utfordringer krever at elevene bygger forståelsen sin av ulike konsepter, representasjoner og matematiske sammenhenger (da Ponte & Quaresma, 2016, s. 53). Dette begrepet har altså klare tilknytninger utforskende undervisning slik det har blitt presentert så langt i denne avhandlingen. Det legges videre vekt

på rollen kommunikasjon spiller i en slik undervisningsform (da Ponte & Quaresma, 2016, s. 53). da Ponte og Quaresma (2016, s. 52-53) forklarer at det er forskjell mellom entydig kommunikasjon, hvor en stemme bærer over alle andre, og dialogisk kommunikasjon, hvor mange deltar på likt grunnlag. I mange klasserom er det den ensrettede og entydige kommunikasjonen som dominerer.

Denne ensrettede og entydige kommunikasjonen kan godt beskrives gjennom en redegjørelse av *IRE-mønsteret*, også kjent som IRF (Sinclair & Coulthard, 1992), som tradisjonell matematikkundervisning domineres av. Forkortelsen består av initiativ (*Initiation*), respons (*Response*) og evaluering (*Evaluation/Feedback*). Sinclair og Coulthard (1992, s. 3) beskriver kommunikasjonsmønsteret som en situasjon hvor læreren presenterer et spørsmål e.l. som krever et svar fra elevene (initiativ). Læreren mottar så et svar (respons) fra en elev, som læreren enten anerkjenner eller avviser (evaluering).

I Alrø og Skovsmose (2004) sin kritikk av tradisjonell matematikkundervisning peker de på at denne undervisningsformens kommunikasjonsmønster har alvorlige negative konsekvenser for nivået av elevaktivitet. Undervisningsprosessen følger det tidligere nevnte IRE-mønsteret, og responsen blant elevene er minimal. De tar lite ansvar for læringsprosessen, og kan eksempelvis svare med et spørsmål, avvise sitt eget svar, gjette tilfeldig, repetere andre sine svar, sitte stille eller drive på med helt andre ting. Selv om benyttelse av et IRE-mønster i undervisningen kan være fruktbart for læringen av hva som er rett og galt i matematikken, og kan tilby en form for trygghet og komfort for både lærere og student, mener Alrø og Skovsmose (2004, s. 40) at dette preger kvaliteten på læringen. Autoriteten som etableres gjennom lærebokens definisjon av rett og galt, i tillegg til lærer-elev-kommunikasjonen, har særlige negative konsekvenser. Dette fører til en begrensning av elevens ansvar, selvstendighet, aktivitetsnivå og eierskap til læringsprosessen (Alrø & Skovsmose, 2004, s. 40). Stein et al. (2007, s. 323) mener at oppgaver som i utgangspunktet har høy grad av kognitive krav kan svekkes ved at læreren griper inn og loser elevene videre, noe som igjen fører til en lavere læringsverdi.

2.3 Påvirkninger på læreres undervisningspraksis

Ifølge Stein et al. (2007, s. 353) er det en stor mengde studier på lærerrelaterte faktorer som påvirker pedagogiske og innholdsmessige valg i undervisningen. Nespor (1987, s. 323) mener at for å forstå læring fra et lærerperspektiv, så er det nødvendig å forstå de holdningene som definerer arbeidet til læreren. Gjennom forskningsspørsmålene tar denne studien et blikk på

en rekke faktorer som kan være bidragende til valgene lærere tar rundt sin undervisningspraksis. Påvirkningene på en matematikklæreres undervisningspraksis kan være mange, men slik det kommer frem i de påfølgende delkapitlene, har tidligere forskning gitt uttrykk for noen konkrete elementer som kan være særlig utslagsgivende. Disse faktorene er lærernes *syn på matematikkfaget og -undervisning*, aktuell *bakgrunnsinformasjon*, i tillegg til noen utvalgte *hindringer* lærerne kan oppleve ved bruk av utforskende undervisning.

2.3.1 Syn på matematikkfaget og -undervisning

Innen forskning på pedagogisk praksis har det blitt forsket på læreres «*beliefs*». Siden 1980-tallet har det vært en rekke studier knyttet til begrepet beliefs innen matematikkutdanning (Thompson, 1992, s. 129). Ifølge Diego-Mantecón et al. (2019, s. 8) gir empiriske studier som oftest ikke en klar definisjon av begrepet beliefs, mens definisjoner fra teoretiske studier generelt sett er for bred i sin beskrivelse, som videre fører til forvirrende og vage kategoriseringer. Diego-Mantecón et al. (2019, s. 2-3) påpeker at selv om forskningen er noe samstemt rundt kjennetegnene og funksjonene ved beliefs, så er det likevel slik at forskere innen matematikkutdanning har hatt store utfordringer med både å konseptualisere begrepet, og å etablere en enighet om en klar definisjon. I Phillipp (2007, s. 259) sin generelle definisjon av beliefs beskriver han det som psykologiske forståelser av verden som individet oppfatter som sanne, og skriver at en kan tenke på det som linser som påvirker synet på noen aspekter av verden. Det kan med andre ord beskrives som et individs subjektive oppfatninger. Beliefs erfares som vanskelig å oversette til norsk i en matematikkfaglig sammenheng, men forstås som «*syn på matematikk*». Studien vil videre benytte denne norske oversettelsen.

Blant et mangfold av ulike syn på matematikkens natur, presenterer Ernest (1989, s. 19-20) tre kategorier som har vært fremtredende i studier med empirisk dokumentasjon av matematikkundervisning. Den første oppfatningen er et dynamisk, problembasert syn på matematikk. Her er matematikk et uferdig produkt fordi dets resultater er åpne for revisjon, og er derfor en utforskende prosess. Det andre perspektivet omtales som det Platoniske synet. Her blir matematikk sett på som en statisk kunnskap, hvor tilknyttede strukturer og sannheter er knyttet sammen av logikk og mening. Matematikk skapes ikke, det oppdages. Det siste perspektivet omtales som det instrumentelle synet, og ser på matematikk som en verktøykasse fylt av nyttige men uavhengige fakta, regler og ferdigheter, som en kan benytte i søken etter et definert mål. Matematikk er et sett med regler og fakta. Ernest (1989, s. 20) forklarer at disse forskjellige matematiske filosofiene har praktiske implikasjoner i undervisningen. Han

eksemplifiserer dette ved at en lærer med et problembasert syn på matematisk kunnskap vil kunne ha en større aksept for elevers ulike metoder og tilnærminger til gitte oppgaver. På den andre siden vil et Platonisk eller instrumentelt syn føre til at læreren legger vekt på én enkel korrekt løsningsmetode for enhver gitt oppgave.

Thompson (1992, s. 132) mener det er sannsynlig at den individuelle lærerens oppfatninger av matematikk inneholder elementer fra flere av de overnevnte kategoriene, selv aspekter som kan oppfattes som motsigende. Videre gir hun en utdypende beskrivelse av dette instrumentelle synet i undervisningssammenheng. Innen dette synet vil innholdet i undervisningen være organisert i henhold til et hierarki av ferdigheter og konsepter. I etterkant av en testing/vurdering av elevenes mestring av de nødvendige tidligere ferdigheter, blir nytt innhold presentert suksessivt til hele klassen, små grupper eller til individer. Dette perspektivet har vært under stor kritikk, og kritikken er fokusert på at elevenes evne til å oppnå korrekte svar, utføre algoritmer og presentere definisjoner ikke er holdbart som bevis på at de «kan» matematikk (Thompson, 1992, s. 136). Hun forklarer at flere studier har dokumentert at elever som har akseptable resultater på arbeid med rutinemessige matematiske oppgaver ofte har en manglende oppfatning og store misforståelser om de matematiske idéene som de gitte oppgavene inneholder. Et annet argument imot dette instrumentelle synet på undervisning har vært at det instrumentelle læringssynet ikke aktivt engasjerer elevene i utforskningen av idéer, og at det derfor ikke gir elevene mulighetene til å bedrive «ekte» matematikk, i tillegg til at det misrepresenterer overfor elevene hva matematikk egentlig er (Thompson, 1992, s. 136-137).

Et annet element av matematikklærerens syn på faget, er synet på den individuelle elevens læringspotensial. Dette forstås som læreres syn på elevenes individuelle utgangspunkt og kapasitet for læring. Tanken om at intelligens er en medfødt egenskap, og dermed noe som ikke kan forandres, blir gjerne omtalt som *entity theory* (Dweck, 1986). Russo et al. (2020) forklarer at lærere gjerne har etablerte antakelser om hvilke elever som er kapable til å gjennomføre kognitivt utfordrende oppgaver, og hvilke elever som ikke er kapable. Noen lærere kan derfor unngå å la elever som oppfattes som lavpresterende jobbe med utfordrende oppgaver, fordi de opplever et ansvar for å beskytte dem fra vanskelig matematikk (s. 15-16). Ifølge Heyder et al. (2020) vil lærerens syn på hva som kreves av en elev for å lykkes innen matematikk påvirke undervisningen i stor grad, noe som samsvarer godt med tidligere forskning innen temaet (Se Dweck, 1986; Dweck & Bempechat, 1983). Gitt at en lærers syn på læring i matematikk baserer seg på at matematiske evner er en medfødt egenskap, og at det

derfor til en viss grad ikke kan læres bort, kan det ha stor effekt på hvordan undervisningen gjennomføres. Dette kan eksempelvis påvirke kommunikasjonen i klasserommet, graden av autonomi som gis til elevene eller elevenes motivasjon i faget. Stipek et al. (2001, s. 215) mener at synet på intelligens, og dermed matematisk kunnskap, som en medfødt egenskap fører til en mer tradisjonell matematikkundervisning.

I sin syntese av forskningen på matematikklæreres syn på matematikk, skisserer Thompson (1992) to ulike syn på matematikkundervisning, og hva man anser som hensikten med faget. Det ene synet anser matematikk som en disiplin karakterisert av nøyaktige resultater og ufeilbarlige prosedyrer. Her tilsvarer matematisk kunnskap gode ferdigheter i gjennomføring av prosedyrer og å kunne identifisere grunnleggende konsepter innen disiplinen. Det alternative synet på hensikten med matematikk som Thompson presenterer springer frem fra en sosiologisk analyse av matematisk kunnskap basert på profesjonelle matematikeres praksis. Her blir faget heller beskrevet som en form for mental aktivitet, en sosial konstruksjon som inneholder antakelser, beviser og eventuelle motbevis (s. 127). En matematikkundervisning som tar utgangspunkt i det førstnevnte synet vil følgelig presentere konsepter og prosedyrer på en klar og tydelig måte, og vil gi elever muligheten til å øve på å indentifisere konsepter og å gjennomføre prosedyrer. Thompson (1992, s. 127) mener denne oppfatningen av matematikkundervisning kan føre til en unødvendig vektlegging av symbolmanipulering, uten at meningen eller hensikten bak blir adressert. Selv om den sistnevnte oppfatningen av matematikk står i sterk kontrast til synet der mestring av konsepter og prosedyrer opererer som målet ved undervisningen, så benekter den likevel ikke verdien av konsepter og prosedyrer som en del av undervisningen (Thompson, 1992, s. 128). Ernest (1989) mener synet lærere har på undervisning er sterkt knyttet til synet de har på læring. Synet på læring avgjør hvilke handlinger og mentale aktiviteter som en mener burde foregå i en læringsprosess, og videre hvilke læringsaktiviteter som er passende (s. 21).

Hvilket syn lærere har på matematikk kan være særdeles relevant, ettersom en betydelig mengde forskning tilsier at lærerens ståsted når det gjelder synet på matematikk vil kunne prege undervisningen (Stipek et al., 2001, s. 213). Thompson (1992, s. 137-138) viser likevel til store variasjoner i forskningsresultater, hvor noen studier viser høy grad av samsvar mellom uttalt syn på faget og faktisk undervisningspraksis, mens andre studier har funnet store motsetninger. En studie av Stipek et al. (2001, s. 223) kan benyttes som et eksempel på høy grad av samsvar, hvor det ble vist til en klar sammenheng mellom lærernes syn på undervisning og læring, og deres undervisningspraksis. Jo høyere lærerne scoret på

tradisjonelle holdninger, jo mer la de vekt på eksempelvis effektivitet, lav elevautonomi, riktige svar og arbeidet mot gode karakterer. De påpeker også at kunnskapssynet om at det er lite man kan gjøre med den enkelte elevs matematiske evner, og at det enten er noe man innehar eller ikke innehar, er noe som kan ha implikasjoner for undervisningspraksis. Samtidig viser en studie av Thompson (1984) at flere lærere hadde en undervisningspraksis som ikke samsvarte med deres uttalte syn på matematikkundervisning.

Thompson (1992, s. 138) mener dette indikerer at læreres syn på undervisning og læring i matematikk ikke er knyttet til et enkelt årsak- og virkningsforhold. De samlede resultatene av studiene viser heller at det er et komplekst forhold med mange påvirkninger, eksempelvis den sosiale konteksten matematikkundervisningen foregår i, verdier, holdninger, forventninger av elever og foreldre, pensumet, testregimet og utdanningssystemet som en helhet. Ifølge Thompson (1992) foreslår forskningslitteraturen at det ikke er et lineært forhold hvor synet på undervisning og læring kommer først, som deretter påvirker undervisningspraksisen. Dette forholdet virker heller å være mer komplekst, hvor undervisningssynet og erfaring gir og tar. Det støttes likevel av forskningslitteraturen at lærerens syn på faget og undervisningen har en påvirkning undervisningspraksisen (s. 138).

2.3.2 Personlige bakgrunnsvariabler

Grunnet den tidligere nevnte variasjonen i rapportert samsvar mellom uttalt syn på undervisning og faktisk undervisningspraksis, understreker Thompson (1992) viktigheten av å se på læreres undervisningspraksis i lys av mer enn bare det uttalte synet på faget (s. 134-135). Hun nevner et mangfold personlige bakgrunnsvariabler som kan være en kilde til et manglende samsvar mellom oppfatninger om og praktisering av yrket. Manglende yrkeserfaring trekkes frem ettersom nyutdannede lærere trenger tid til å operasjonalisere, teste og modifisere sitt syn på faget basert på sin praksis. Kunnskapsnivå kan også være en påvirkning, hvor en lærer eksempelvis ikke innebefatter de nødvendige kunnskapene for å oppdage og kapitalisere på de mulighetene for læring av matematiske idéer og konsepter som oppstår i undervisningen. Hun nevner også at utdanningsreformer og andre skolepolitiske vedtak kan endre læreres undervisningspraksis, uten at det nødvendigvis endrer deres syn på undervisning (Thompson, 1992, s. 138).

Sowder (2007, s. 163) påpeker at profesjonell videreutvikling kan gi lærere muligheten til å tilegne seg mer matematisk kunnskap, selv om det eventuelle emnet legger vekt på elevtenkning, skolepensum eller klasseromssituasjoner. Sowder (2007, s. 162) forklarer at

verdens raske teknologiske utvikling endrer samfunnet, og endrer dermed også forventningene til skolematematikken. Det er med andre ord et behov for en kontinuerlig videreutvikling av matematikklærere, og at utdanningsmengden til den individuelle lærer kan påvirke undervisningen deres. Sowder (2007, s. 160) skriver at for å kunne lære bort matematikk trenger lærere en omfattende kunnskapsbase innen faget, i tillegg til tekniske undervisningskunnskaper. Sowder (2007, s. 161) legger til at den profesjonelle utdanningen av matematikklærere handler mye om å endre lærernes syn. Dette omfatte synet på matematisk kunnskap, hvordan elever tilegner seg matematisk kunnskap og hvordan man lærer bort matematikk. Resultater fra TALIS-rapporten (Caspersen et al., 2014, s. 159) viser også at læreres utdanningsbakgrunn har en betydning for lærernes arbeid og mestringsforventning.

2.3.3 Hindringer

Blant de mest vanlige årsakene til at lærere ikke implementerer utforskende undervisning er bekymringen for at undervisningen ikke forbereder elevene godt nok til neste prøve, trinn eller eksamen, læreres opplevelse av at de ikke er kompetente nok til å bedrive slik undervisning, at en slik undervisningsform skaper en klasseromssituasjon som er vanskelig å håndtere, eller at lærerne opplever at de ikke har nok nødvendig undervisningsmateriale tilgjengelig (Blomhøj, 2021; Colburn, 2000; Walker, 2007). Den førstnevnte årsaken kan plasseres i kategorien *systemiske hindringer*, de to neste nevnte årsakene havner innenfor kategorien *klasseledelse*, og den siste årsaken kan sies å omhandle *ressurser*. Disse tre kategoriene sammenfaller med de kategoriene PRIMAS-prosjektet (Engeln et al., 2013, s. 827) benyttet i forbindelse med et spørreskjema knyttet til læreres forventede utfordringer innen implementeringen av utforskende undervisning. PRIMAS-prosjektets spørreskjema om forventede utfordringer innen implementering av utforskende matematikk er selv inspirert og påvirket av «Concerns-Based Adoption»-modellen, som beskriver individets utvikling i sammenheng med innovasjon (Hall et al., 1977; Loucks & Hall, 1979).

Kategorien *ressurser* peker på en aktuell hindring for læreres implementering og bruk av utforskende undervisning. Haavold og Blomhøj (2019) deltok i et fire år langt forskningsprosjekt kjent som SUM (Sammenheng gjennom Undersøkende Matematikkundervisning). I forbindelse med dette prosjektet presenterer de en case-studie av hvordan profesjonelle utviklingsprosjekter kan bidra til en implementering av teorier i matematisk undervisningspraksis, med et særlig fokus på teori om utforskende undervisning.

Ett av funnene i denne studien innebærer utfordringene med å konstruere en utforskende undervisning. Alle lærerne i studien rapporterte at det var utfordrende å konstruere åpne aktiviteter og problemer, ettersom de hadde liten erfaring med dette selv. Lærerne ga samtidig tilbakemelding om at ressursene de fikk gjennom utviklingsprosjektet, en didaktisk modell og eksempler på utforskende undervisningsaktiviteter, var hjelpsomme (Haavold & Blomhøj, 2019, s. 7-8). Tilgang til utforskende undervisningsressurser kan altså være avgjørende. Blomhøj (2021, s. 22) påpeker at flere lærere etterspør inspirasjon og støtte til utvikling av utforskende undervisning innenfor spesifikke matematiske emner.

Når det gjelder kategorien *klasseledelse* som en kilde til hindring for implementering og bruk av utforskende undervisning, så kan en se særlig på lærerens selvtillit og oppfattede kompetanse i faget. En skiller gjerne mellom innholdskunnskap (content knowledge) og pedagogisk innholdskunnskap (pedagogical content knowledge), hvor den førstnevnte handler om en omfattende kunnskap om innholdet som skal læres bort, og den sistnevnte omhandler hvordan man evner å tilgjengeliggjøre denne kunnskapen som elevene (Bromme, 2001; Shulman, 1998). Dette er hindringer som stiller krav til læreres matematiske kompetanse, i tillegg til en yrkeserfaring som bidrar til økt pedagogisk kunnskap. Pedagogisk innholdskunnskap handler i korte trekk om kunnskap om (1) hvilke oppgaver som fostrer forståelse blant elevene, (2) gode forklaringer og strategier for kunnskapsformidling, og (3) elevenes forståelser, misforståelser og hvilke utfordringer de vil møte på gjennom læringsprosessen (Fauth et al., 2019, s. 7-8)

Flere studier viser til en klar sammenheng mellom matematikklærerens selvtillit i faget og elevenes oppfatning av egen læringskompetanse (Fauth et al., 2019; Stipek et al., 2001). I tillegg til lærerens kompetanse og selvtillit i faget, kan det også være avgjørende at læreren mestrer undervisningssituasjoner hvor elevene har mer autonomi, og en større grad av ansvar for læringen. Studien til Haavold og Blomhøj (2019, s. 7-8) viste også at lærerne syntes det var utfordrende å la elevene utforske fritt, og å la elevene jobbe med oppgaver og problemer uten å korrigere dem. Det opplevdes noe ukomfortabelt å gi slipp på kontrollen i undervisningen. Noen av lærerne mente at mangelen på klare instruksjoner og korrigeringer kunne føre til at elevene utviklet misoppfatninger knyttet til det aktuelle temaet (Haavold & Blomhøj, 2019, s. 8).

Dette ubehaget kan beskrives ved det Skovsmose (2001) refererer til som den *didaktiske kontrakten*. Den didaktiske kontrakten omhandler balansen innad i et læringsmiljø. Den

avgjør samspillet mellom hvordan mening produseres, oppgaver organiseres, læreboken struktureres, hvordan kommunikasjon utføres osv. En etablering av den didaktiske kontrakten er en indikasjon på at lærer og elever har en delt forståelse og aksept for prioriteringene innad i læringsmiljøet. Skovsmose (2001, s. 130) mener at den didaktiske kontrakten kan brytes på mange måter, og forklarer at et brudd med oppgaveparadigmet (se kapittel 2.1.1) kan sees på som et brudd med skolematematikkens tradisjonelle undervisning. For både lærer og elev kan dette innebære å bevege seg fra en komfortsone, og over til *risikozonen*. Ved implementeringen av en utforskende undervisning, vil læreren kunne havne i situasjoner hvor han eller hun ikke har svaret. Dette kan bryte den tradisjonelle autoriteten til læreren, og kan oppleves ubehagelig. Dette er det Skovsmose omtaler som «risikozonen». Ubekymret ved å være i denne risikozonen, og det eventuelle ønsket om å returnere til komfortsonen, kan medføre at læreren returnerer til en mer tradisjonell, instruerende undervisning (Skovsmose, 2001, s. 130). Lærere kan oppleve det som utfordrende og ukomfortabelt å dele intellektuell autoritet med elevene. Mange lærere implementerer derfor nye undervisningsmetoder på en slik måte at den blir mer strukturert og instruert enn det som er anbefalt (Stein et al., 2007, s. 355). Å forlate den utforskende undervisningen til fordel for oppgaveparadigmet, med forhåndsformulerte oppgaver og kategorisering av rette og gale svar kan være komfortabelt for både læreren og elevene (Skovsmose, 2011, s. 48). Likevel kan konsekvensene av å ikke klare å stå i denne utfordrende situasjonen være at elevene går glipp av verdifulle læringsmuligheter (Skovsmose, 2001, s. 130).

Skovsmose (2001, s. 130) påpeker at det er avgjørende med godt samarbeid mellom lærerne for å kunne håndtere det å stå i det ubekymret som en implementering av utforskende undervisning kan medføre. At skoleledelsen tilrettelegger for profesjonell utvikling og samarbeid mellom lærerne havner innenfor kategorien *systemiske hindringer*. Også Dorier og García (2013, s. 844) mener at det, i tillegg til utvikling av pensum og læreplan, er helt avgjørende med en langsiktig profesjonell utvikling av matematikklærerne hvor de kontinuerlig tilbys hjelp og støtte, hvis utforskende undervisning skal bli en realitet i klasserommet. Hvor mye tid en har tilgjengelig, både til planlegging og gjennomføring av undervisning, er også noe matematikklærere kan oppleve som en systemisk hindring. Begrenset tid nevnes av Stein et al. (2007, s. 355) som en avgjørende faktor for hvordan matematikklærere benytter pensumaterialet. Ifølge Dorier og García (2013, s. 844) er lærerens førsteprioritering å gjennomføre innholdet i læreplanen, og kan føre til at læreren ikke implementerer utforskende undervisning i sin praksis.

Prøveresultater har viktige implikasjoner for de individuelle elevene, ettersom det kan avgjøre fremtidig utdanning. I tillegg er prøveresultater avgjørende for den enkelte skole som en helhet, ettersom kvantitative data over elevprestasjoner kan benyttes til å vurdere enhver skoles effektivitet. Dette fører til at undervisningens målsetting i stor grad baserer seg på fremtidige prøver eller eksamener. Eksamener og prøver, både på lokalt og nasjonalt plan, har veldig ofte et veldig smalt design, hvor tekniske ferdigheter og memorering av kunnskap prioriteres over problemløsning og modellering. Som følge av dette ender undervisningen gjerne opp med å legge vekt på regler og prosedyrer. Prøver og eksamener støtter ikke bruk av utforskende undervisning i klasserommet (Wake & Burkhardt, 2013, s. 856). Som følge av dette mener Wake og Burkhardt (2013, s. 859) at vurderingssystemet i skolen har en stor og begrensende påvirkning på læreres undervisningspraksis, og følgelig på elevers læringsutbytte. Dette samsvarer med Dorier og García (2013, s. 848), som også påpeker at hvis måten elevene vurderes på ikke er kompatibelt med utforskende matematikk, så resulterer det i en undervisning hvor lærerne unngår utforskende matematikk.

2.4 Tidligere forskning

2.4.1 Utforskende og tradisjonell undervisning

Selv om denne studien ikke har som hensikt å verken sammenligne eller sette utforskende undervisning og tradisjonell undervisning opp mot hverandre, erfares det likevel som relevant å gi et kort innblikk i tidligere studier som argumenterer for disse teoriene.

En britisk studie gjort av Boaler (1998) fulgte to klasser fra to forskjellige skoler gjennom tre år. Skolene var tilsynelatende lik med tanke på elevgruppe og sosialøkonomisk status. Den sentrale forskjellen var undervisningsmetoden som ble benyttet i matematikkundervisningen. Den ene skolen bedrev det Boaler betegner som tradisjonell undervisning med *content-based* undervisning. Den andre skolen baserte seg på en filosofi som gikk ut på at elevene må møte på et behov for å benytte matematikk i virkelighetsnære situasjoner som var meningsfull for dem. Dette arbeidet var problembasert, hvor elevene ble tillært den matematikken de trengte før å løse problemene. Datainnsamlingen besto i stor grad av kvalitativ data, særlig intervjuer om hvordan elevene opplevde undervisningen. Det ble også gjennomført en oppgave som var virkelighetsnær og problembasert. Boaler fant ut at klassen som bedrev problembasert arbeid hadde mindre kjønnsforskjeller i resultater, var flinkere til å anvende matematikken utover rutineoppgaver og hadde et mer positivt syn på faget. Videre besto flere uteksamineringen i matematikk, på tross av at den gjerne består av rutineoppgaver (Boaler, 1998, s. 55). Én

utfordring som Boaler observerte i klassen som bedrev problembasert læring, var at mange elever jobbet lite til ingenting i løpet av mattetimene.

En del av Boaler sine konklusjoner støttes av en lignende studie gjort i USA av Cobb et al. (1991). Her ble det gitt problembasert undervisning i matte i ti forskjellige klasser over en periode på ett år. Kontrollgruppen i studien besto av åtte klasser som ikke hadde noen forandring i undervisningen, noe som kan anses å være tradisjonell undervisning. Både klassene som fikk problembasert undervisning og kontrollklassene var tilknyttet tre skoler. Datainnsamlingen besto blant annet av to tester, med den hensikt å måle elevenes matematiske kompetanse. Det inneholdt oppgaver med krav til instrumentell forståelse, og oppgaver med krav til forståelse av matematiske konsepter. I tillegg ble det gjennomført intervjuer med både lærer og elev for å kartlegge deres syn på matematikkfaget. Studien konkluderer med at de to gruppen som blir målt opp mot hverandre presterte likt på instrumentelle regneferdigheter. Det som skilte gruppene, var at klassen som fikk problembasert læring hadde større forståelse av matematiske konsepter. I tillegg så denne gruppen i større grad hensikten med en større forståelse i faget og var i mindre grad opphengt i å ha samme løsning som medelever (Cobb et al., 1991, s. 3). Dette blir tolket av Cobb et al. (1991, s. 22-23) som et steg nærmere å oppnå en klasseromskultur som skaper rom for elevene til å dele tanker uten å være redd for å si noe feil.

På den andre siden er det flere studier som viser god læringseffekt av mer tradisjonelle undervisningsformer som direkte instruksjon. Stockard et al. (2018) har sett på 328 tidligere studier om direkte instruksjon i en metaanalyse for å fastsette i hvor stor grad det kan anses å være en effektiv læringsmetode. Studien så på direkte instruksjon opp mot en rekke variabler, samt flere fag. Opp mot matematikk var det 70 studier som var aktuell, og som fant en signifikant effekt med en effektstørrelse på 0,55 målt med Cohens d , videre beskrevet som en stor effekt (Stockard et al., 2018, s. 486-492). Det er verdt å nevne at studien ikke sammenlignet ulike undervisningsmetoder, og den målte heller ikke matematisk forståelse på et dypere plan (Stockard et al., 2018, s. 501). Dette kan likevel anses å være faglig argumentasjon for bruken av direkte instruksjon som faller inn under tradisjonell undervisning.

Det er altså studier som støtter både utforskende og mer tradisjonelle former for undervisning. Dette har ført til en faglig uenighet. Dette kommer fram av en artikkel av Kirschner et al. (2006) som kommer med tydelig kritikk mot utforskende undervisning. I artikkelen skilles det

mellom *strongly guided approach* og *minimally guided approach*. Strongly guided approach kan noe enkelt oversettes til en undervisningstilnærming i stor grad preget av veiledning, og har følgelig klare tilknytninger til tradisjonell undervisning slik det har blitt beskrevet i kapittel 2.1.1. Direkte instruksjon er med dette strongly guided og defineres av Kirschner et al. (2006, s. 75) som en læringsformidling hvor elever mottar informasjon som forklarer konsepter og prosedyrer i sin helhet, i tillegg til læringsstrategier som er kompatibel med menneskelig kognitiv arkitektur. Artikkelen viser til en rekke studier og konkluderer med at majoriteten av forskning som er gjort på feltet, støtter direkte og sterkt instruerende veiledning ved undervisning av elever som han karakteriserer som *novice* og *intermediate learners* (Kirschner et al., 2006, s. 83). Med dette menes elever som har lite til ingen forkunnskaper om det som undervises i. Dette er også gjeldende for elever med mye forkunnskaper, men forskningen er litt mer delt rundt dette (Kirschner et al., 2006, s. 84).

Som et motsvar til Kirschner et al. legger Hmelo-Silver et al. (2007) frem to feil som de mener Kirschner et al. har begått. Den ene feilen som påpekes er at utforskende undervisning som paraplybegrep ikke er forenelig med lite veiledning, men at utforskende undervisning heller er en undervisningsmetode hvor veiledning er et viktig element (s. 99). Dette har i senere tid blitt støttet av en metaanalyse av 72 studier gjort av Lazonder og Harmsen (2016). Studien konkluderer med at elever som får en form for veiledning innen utforskende undervisning presterer bedre på flere områder. Blant annet løser de oppgaven bedre, blir flinkere til å innhente relevant informasjon og skårer høyere på tester i etterkant av undervisningen (Lazonder & Harmsen, 2016, s. 708). Den andre feilen som påpekes av Hmelo-Silver et al. (2007) er at Kirschner et al. (2006) sin artikkel ser bort fra studier som støtter ulike metoder av utforskende undervisning. Det vises her til en rekke studier som på empirisk grunnlag viser ulike fordeler med utforskende undervisning (Hmelo-Silver et al., 2007, s. 102-104).

2.4.2 Bruken av utforskende undervisning

I 2010 startet et forskningsprosjekt kalt «Promoting inquiry-based learning in mathematics and science education across Europe» (PRIMAS). En del av PRIMAS-prosjektet undersøker holdninger og utfordringer lærere i matematikk og naturfag fra 12 europeiske land opplever med bruk av utforskende undervisning, i tillegg til den faktiske benyttelsen av utforskningsmetoden (Sikko et al., 2011, s. 1). Norge er ett av de 12 landene som deltok i prosjektet. Det var 61 lærere fra Norge som står bak responsene i dataen nedenfor. Det er

verdt å nevne at denne studien gir ikke generaliserbare funn, men den belyser likevel en del om holdninger og bruken av utforskende undervisning i Norge (Sikko et al., 2011, s. 7). Videre baserer datamaterialet seg på en spørreundersøkelse som respondentene besvarte. Engeln et al. (2013, s. 829) baserer seg også på PRIMAS-resultatene da de viser at Norge fikk en gjennomsnittsskår på 3,06 av 4 på i hvor stor grad lærerne var positivt innstilt til utforskende undervisning. Dette blir vurdert til at Norge er positivt innstilt til utforskende undervisning (Engeln et al., 2013, s. 833). De andre europeiske landene viser tilsvarende resultater. Men når det kom til bruken av utforskende undervisning ble Norge plassert i gruppen med lavest rapportert bruk av utforskende undervisning, i lag med Storbritannia, Nederland og Ungarn, med en gjennomsnittsskår på 2,26 av 4 (Engeln et al., 2013, s. 828-829).

Mullis et al. (2012) har lagt frem resultater fra TIMSS 2011 i matematikk, som er en internasjonal undersøkelse som ser på flere ulike aspekter ved utdanning på fjerde og åttende trinn. Et av aspektene som blir undersøkt er lærerens undervisningspraksis, noe som blir besvart av lærere. Mer spesifikt må lærere rapportere hvor ofte de gjennomfører et utvalg aktiviteter med klassen sin. Resultatene som blir presentert viser prosentandelen som rapporterer *hver eller nesten hver time* på de utvalgte aktivitetene. Norge havner kun over det internasjonale gjennomsnittet innen én av de utvalgte aktivitetene når det gjelder 4. trinn: 1. «work problems (individually or with peers) with teacher guidance» (NOR: 72%, INT avg: 55%). Innenfor de fire påfølgende aktivitetene havner Norge under det internasjonale gjennomsnittet: 2. «work with problems together in the whole class with direct teacher guidance» (NOR: 33%, INT avg: 45%), 3. «work with problems (individually or with peers) while teacher occupied by other tasks» (NOR: 4%, INT avg: 16%), 4. «memorize rules, procedures, and facts» (NOR: 9%, INT avg: 37%) og 5. «explain their answers» (NOR: 27%, INT avg: 62%) (Mullis et al., 2012, s. 398). Også innen 8. trinn havner Norge over det internasjonale gjennomsnittet på første aktivitet, men under det internasjonale gjennomsnittet innenfor de fire andre aktivitetene: 1. (NOR: 75%, INT avg: 55%), 2. (NOR: 25%, INT avg: 48), 3.(NOR: 6%, INT avg: 14%), 4. (NOR: 12%, INT avg: 45%), 5. (NOR: 21%, INT avg: 60%). I spørreundersøkelsen for lærere ved 8. trinn var det også en ekstra aktivitet som ble inkludert i spørreskjemaet: 6. «apply facts, concepts, and procedures» (NOR: 19%, INT avg: 49%) (Mullis et al., 2012, s. 398-400).

2.4.3 Påvirkninger på læreres undervisningspraksis

Når det kommer til det som hindrer lærere i å bedrive utforskende undervisning konkluderer Sikko et al. (2011, s. 12) at lærere trenger støtte i form av tid, samarbeid med kollegiet og videreutdanning i utforskende undervisning. Det er særlig to deskriptive funn som blir relevant for vår studie. Det første er at 69% av de norske respondentene var enig eller meget enig i påstanden «I don't feel confident with IBL». Det andre er at 75% av de norske respondentene var uenig eller svært uenig med påstanden «I am concerned about the tension between IBL and effectively preparing students for exams».

Stipek et al. (2001) har fokusert på hvorvidt holdninger til faget har betydning for undervisningspraksisen som gjennomføres. Studien fulgte 21 grunnskolelærere i ett år, hvor det ble gjort observasjoner av undervisningspraksisen for å avdekke undervisningsmetoder som ble brukt. I tillegg ble det gjennomført spørreundersøkelser for å avdekke respondentenes holdninger til matematikk. Her ble holdninger delt i syv variabler: (1) matte som operasjon vs. en kreativ prosess, (2) fokus på rett svar vs. forståelse, (3). lærerkontroll vs. elevautonomi, (4). matematiske evner er medfødt vs. alle kan bli flinke i matematikk, (5) ytre vs. indre motivasjon, (6) selvtillit i faget, (7) trivsel med å undervise i faget (Stipek et al., 2001, s. 217-218). Videre ble også undervisningspraksisen delt inn i syv variabler: (1) fokus på resultat, (2) fokus på hurtighet i gjennomførrelser av oppgaver, (3) miljørisikoen (høyrisikomiljø tilsvarer at det oppleves skummelt å være svak og svare feil), (4) graden lærer legger til rette for elevautonomi, (5) graden lærer tydeliggjør innsats som suksesskriterie, (6) graden lærer tydeliggjør og fokuserer forståelse som suksesskriterie, (7) nivå av lærers entusiasme.

Analysene fra Stipek et al. (2001, s. 221) viser at det er særlig holdning 1 (ser på matematikk som operasjon vs. en kreativ prosess) som korrelerte godt med variablene for undervisningspraksisen. R-verdien varierte her fra 0,50 til 0,75 med signifikant nivå fra $p < 0,001$ til $p < 0,005$ på samtlige variabler for undervisningspraksis. Holdningsvariabel 3, 4 og 5 hadde r-verdier på rundt 0,50 med signifikant nivå fra $p < 0,01$ til $p < 0,1$. Alt i alt viser Stipek et al. (2001, s. 221) signifikante korrelasjoner mellom ulike holdninger og undervisningspraksis.

Resultater fra den tidligere nevnte studien av Engeln et al. (2013) viser at matematikklærerne i alle de 12 deltakerlandene generelt sett har en positiv holdning til en implementering av utforskende matematikk. Her ble klasseledelse analysert som den minst viktige hindringsfaktoren for implementering, mens systemiske og ressursbaserte hindringer viste seg som mer gjeldende (s. 833). Vektleggingen av ressursbaserte hindringer kommer også frem i

studien til Haavold og Blomhøj (2019), hvor matematikklærerne ga tilbakemelding om at ressursene de fikk gjennom utviklingsprosjektet var hjelpsomme i implementeringen av utforskende matematikkundervisning, men at det var utfordrende å konstruere åpne aktiviteter og problemer selv. Gjennom denne studien ble likevel klasseledelse også trekt frem som en klar hindring, hvor lærerne rapporterte at de erfarte det som ukomfortabelt å gi fra seg en del av kontrollen i undervisningen til elevene sine (s. 7-8).

2.5 Konseptuelt rammeverk

Konseptuelle rammeverk kan benyttes som en argumentasjon for at de valgte teoretiske konseptene, og sammenhengen mellom dem, er relevante i henhold til problemstilling og forskningsspørsmål som skal besvares (Lester, 2010, s. 74). Dette delkapittelet har som hensikt å vise til sammenhengene mellom de øvrige teoretiske redegjørelsene og det konseptuelle rammeverket for studien.

2.5.1 Konseptualisering av utforskende matematikkundervisning

Utforskende matematikkundervisning kjennetegnes ved en elevsentrert utforskningsprosess hvor kommunikasjon og samarbeid står sentralt, og elevene skaper dermed mening i en sosial kontekst. Elevene skal få egne opplevelser og erfaringer i arbeidet med matematikk, og kunnskapen skal bli en del av deres personlige utvikling og dannelses. Undervisningsformen har gjerne et tredelt rammeverk, hvor et utgangspunkt for elevarbeidet etableres, elevene gjennomfører et utforskende arbeid, og det skapes en felles faglig relevant kunnskap gjennom refleksjoner av arbeidets resultater i plenum. Lærerrollen går fra den tradisjonelle autoritære rollen som formidler av faglige kunnskaper, til en mer veiledende og støttende rolle (se kap. 2.1.2). Utforskende undervisning er gjerne problembasert, og trekker situasjoner fra den virkelige verden inn i den matematiske verden gjennom modellering. De teoretiske redegjørelsene for tradisjonell matematikkundervisning og utforskende undervisning viser at undervisningsformene står i klar kontrast til hverandre, og oppfattes følgelig som motsetninger. Med dette som utgangspunkt defineres utforskende undervisning slik:

Utforskende matematikkundervisning anses som en motsetning til tradisjonell matematikkundervisning. Undervisningen er gjerne tredelt, hvor problemer eller situasjoner etableres, utforskes og reflekteres over. Elevarbeidet kjennetegnes ved at elevene er aktive skapere av kunnskap, og at de får et større ansvar i læringsprosessen. Sentrale elementer i undervisningsformen er høy grad av elevautonomi, samarbeid, refleksjon og kommunikasjon.

Lærerrollen kjennetegnes ved en overgang fra formidling av kunnskap, til tilrettelegging av elevenes selvstendige læringsprosess gjennom planlegging og tilrettelegging av utforskende undervisningsaktiviteter, i tillegg til en utfordrende kommunikasjon overfor elevene. Innen utforskende undervisning vil det forekomme en høyfrekvent bruk av utforskende elev- og læreraktiviteter, også omtalt som utforskende undervisningsaktiviteter.

2.5.2 Konseptualisering av utforskende undervisningsaktiviteter

Som nevnt i teorikapittelet (se kap. 2.1.2) har Blomhøj (2021, s. 10) produsert en liste over essensielle elev- og læreraktiviteter innen utforskende matematikkundervisning. Blomhøj (2021, s. 9) beskriver denne listen som et supplement til den trefasede didaktiske modellen for utforskende undervisning. Med tanke på at tradisjonell matematikkundervisning kan begrense utforskende undervisning (Alseth et al., 2003), kan det være relevant å vurdere bruken av tradisjonelle undervisningsaktiviteter i en analyse av graden av utforskende undervisning. I tillegg til at kommunikasjon har pekt seg ut som en sentral del av utforskende undervisning (se kap. 2.1.2 og 2.2), er det verdt å nevne at over en tredel av de essensielle elev- og læreraktivitetene som Blomhøj (2021) presenter kan tolkes til å innebære kommunikasjon. Læreren må selv kommunisere utforskende (eksempelvis «å stille åpne og nysgjerrige spørsmål»), samtidig som læreren må legge til rette for muligheten til utforskende elevkommunikasjon (eksempelvis «å resonnerer og bevise» og «å stille spørsmål»). Ettersom denne studien har søkelyset på matematikklærers perspektiv, er det lærerens rolle i den utforskende undervisningen som er av interesse. Både elev- og læreraktivitetene til Blomhøj kan sees fra lærerperspektivet. I tillegg til de essensielle læreraktivitetene, som å presentere utfordringer og problemer som muliggjør utforskende elevaktiviteter, må også læreren *legge til rette* for de essensielle elevaktivitetene. Dette kan læreren gjøre ved å eksemplisere inspirere, støtte, oppmuntre og anerkjenne nysgjerrighet, idéer og resonnementer. Læreren må også sørge for at elevene kan bedrive utforskende aktiviteter ved å tilby dem muligheter til samarbeid, diskusjoner og eksperimentering. Det vil eksemplisere være vanskelig å gjennomføre elevaktiviteter som å kommunisere og resonnerer matematisk, hvis læreren ikke skaper rom for dialogisk samspill i klasserommet. Som nevnt i kapittel 2.1.2 kan de utforskende undervisningsaktivitetene listet opp av Blomhøj (2021) forekomme i enhver form for matematikkundervisning, også undervisning som ikke har som mål å være utforskende. Likevel vil undervisning som har høy frekvens av utforskende undervisningsaktiviteter som er markant til stede kunne være en indikasjon på en undervisning som kan betegnes som

utforskende (s. 10). Jo flere utforskende undervisningsaktiviteter, jo mer presist vil det være å omtale undervisningen som utforskende.

Med utgangspunkt i dette defineres utforskende undervisningsaktiviteter slik:

*Utforskende undervisningsaktiviteter er grep matematikklæreren gjør for å legge til rette for en utforskende undervisning. Dette står i motsetning til **tradisjonelle undervisningsaktiviteter**. Utforskende undervisningsaktiviteter innebærer både rammeverket for undervisningen som læreren etablerer gjennom planlegging og tilrettelegging av utforskende elevaktiviteter, i tillegg til konkrete lærergrep som fostrer utforskende arbeid og tankegang blant elevene i løpet av undervisningen. Tilrettelegging og gjennomføring av **utforskende kommunikasjon** er et sentralt element i løpet av økten. Utforskende kommunikasjon står i motsetning til lærerdominert kommunikasjon (IRE). Både lærerens dialogiske samhandlinger med elevene, og utforskende kommunikasjon elevene imellom, skal legge grunnlaget for felles læring. Antallet og frekvensen av utforskende undervisningsaktiviteter kan benyttes som en indikasjon på hvorvidt en undervisning kan omtales som utforskende.*

De tre uthevede begrepene ble benyttet som et utgangspunkt i utarbeidningen av spørreskjemaets adferdsspørsmål, altså den delen av spørreskjemaet som skal fungere som en indikator på om respondentenes påståtte undervisningspraksis kan betegnes som utforskende. Det ble derfor formulert spørsmål knyttet til disse tre begrepene, og det var forventet at det skulle etableres tre samlevARIABLE (faktorer) basert på dette. Dette blir videre vist til i metodekapittelet om faktoranalysen (se kapittel 3.5).

2.5.3 Konseptualisering av syn på matematikkfaget og -undervisning

Som det blir påpekt i det teoretiske grunnlaget for syn på både faget og undervisningen i matematikk (kap. 2.3.1), så har det vært en stor utfordring å konseptualisere læreres 'beliefs' innen matematikkpedagogisk forskning. 'Beliefs' kan likevel beskrives som hvordan en ser på ulike aspekter av verden, og dermed hvilke psykologiske forståelser av verden som individet oppfatter som sanne (Phillipp, 2007). Dette kan i en matematikkfaglig sammenheng videre forstås som «syn på matematikk». Innenfor synet på matematikk fremkommer det i den teoretiske redegjørelsen beskrivelser av både matematikklæreres syn på undervisning og synet på faget generelt.

Når det gjelder matematikklæreres syn på faget, kom det gjennom den teoretiske avhandlingen frem noen ulike syn. Ernest (1989, s. 19-20) viser til synet på matematikk som en skapende, kreativ og utforskende prosess. Som en kontrast til dette står synet på matematikkfaget som en statisk disiplin, sammensatt av regler og fakta. I tillegg kan dette tilknyttes matematikklæreres syn på elevers læringspotensial, hvor en gjerne skiller mellom om en anser matematiske kunnskaper som medfødt, eller man mener det kan tillæres. Dette kan forstås som læreres etablerte antakelser om hvilke elever som er kapable til å gjennomføre kognitivt utfordrende oppgaver, og hvilke elever som ikke er kapable (Russo et al., 2020, s. 15-16). *Syn på faget* defineres følgelig som *læreres unike perspektiv når det gjelder matematikkfaget. Synet forstås som todimensjonalt, hvor den ene dimensjonen omfatter forståelsen av matematikk som enten et kreativt, utforskende og skapende fag, eller et fag som ikke er kreativt, hvor man heller tilegner seg kunnskap passivt og lærer seg regler og fakta for å nå definerte mål. Den andre dimensjonen omfatter synet på i hvilken grad matematisk læringspotensial er en medfødt egenskap, eller om det er noe ethvert individ kan utvikle.*

Synet på matematikkundervisning kan splittes i to motstridene syn (Thompson, 1992). Matematikkundervisning kan på den ene siden beskrives som en form for mental aktivitet, en sosial konstruksjon som inneholder antakelser, beviser og eventuelle motbevis. På den andre siden kan matematikkundervisning anses som en disiplin karakterisert av nøyaktige resultater og ufeilbarlige prosedyrer, hvor det legges vekt på gode ferdigheter i gjennomføring av prosedyrer og identifisering av grunnleggende konsepter. *Syn på undervisning* defineres følgelig som *psykologiske forståelser av faget som preger valgene en matematikklærer tar gjennom undervisningsprosessen, basert på synet om hvordan matematikkundervisningen tilbyr størst læringspotensial for elevene. Synet på undervisningen kan skilles mellom to ytterpunkter, hvor det ene synet beskrives som tradisjonelt, og det andre synet beskrives som utforskende.*

2.5.4 Konseptualisering av hindringer

Hindringer forstås i forbindelse med denne studien som *noe som begrenser eller stopper læreres implementering av utforskende undervisningspraksis*. Forberedelser til neste prøve, trinn eller eksamen, læreres egen opplevelse av kompetanse, uhåndterlige klasseromssituasjoner og manglende undervisningsmateriale var blant de vanligste årsakene til at lærere ikke implementerer utforskende undervisning, som nevnt i kapittel 2.3.3.

(Blomhøj, 2021; Colburn, 2000; Walker, 2007). Denne studien har videre benyttet PRIMAS-undersøkelsens kategorisering av opplevde hindringer i bruken av utforskende undervisning. **Systemiske hindringer** forstås som alle eventuelle hindringer utenfor læres kontroll. Dette kan være alt fra tilgangen på tid, skoleledelsens føringer, tilrettelegging for profesjonell utvikling, eller tilgangen på generell hjelp og støtte for implementering. Hindringer grunnet **klasseledelse** forstås som den individuelle læreres faktiske og/eller opplevde begrensninger. Selvtillit, erfaring og kompetanse vil kunne hindre matematikklærere fra å implementere utforskende undervisning. Hindringer i form av **ressurser** forstås som manglende undervisningsmaterialer. Dette kan innebære blant annet være lærebøker, konkretiseringsmateriale eller IT-utstyr.

3 Metode

Dette kapittelet inneholder en redegjørelse og begrunnelse for studiens valg av metode. Avslutningsvis vil det fremkomme en drøfting av studiens etiske betraktninger, samt validitet og reliabilitet.

3.1 Forskningsmetode

Studien kan sies å ha et *postpositivistisk* syn, hvor en ifølge Creswell og Creswell (2018, s. 44) legger vekt på å identifisere og vurdere hva som forårsaker ulike resultater ved å redusere idéer til små separate deler som kan testes, eksempelvis å bryte ned forskningsspørsmål til konkrete variabler. Det skilles gjerne mellom *kvantitative* og *kvalitative* tilnærminger innen forskning. Kvalitativ forskning kan kjennetegnes ved muligheten det gir til å gå i dybden på et mindre utvalg forskningsdeltaker, for så å kunne forstå fenomener i mer detalj. Hensikten med en kvantitativ tilnærming er heller rettet mot kausale relasjoner, og kan på sin side kjennetegnes ved et større utvalg, og dermed en større bredde i datamaterialet (Gleiss & Sæther, 2021, s. 196-197). Begge disse tilnærmingene kan benyttes for å utforske avhandlingens problemstilling og forskningsspørsmål. En kombinasjon av disse tilnærmingene, såkalt *mixed methods*, kunne også vært en aktuell tilnærming. Ifølge Creswell og Creswell (2018, s. 41) vil et mixed methods-design være en tilnærming som kan gi innsikt som verken kvantitative eller kvalitative metoder kan gi alene. Det postpositivistiske synet er likevel mest forenelig med et kvantitativt design (Creswell & Creswell, 2018, s. 44), og potensialet for representativitet og generalisering blant norske matematikklærere har vært en målsetting for denne studien. Valget av en kvantitativ forskningsmetode har derfor vært avgjørende.

3.2 Forskningsstrategi

Studien har et *survey design*, som innebærer at studien har blitt gjennomført ved bruk av en spørreundersøkelse (survey). En spørreundersøkelse gir kvantitative beskrivelser av trender, holdninger og meninger blant en populasjon. Det kan også gjøre det mulig å gjøre en effektiv innsamling av data i en stor skala (Cohen et al., 2018, s. 334-335). Videre vil en spørreundersøkelse kunne gi svar på deskriptive spørsmål, i tillegg til spørsmål relatert til forholdet mellom ulike variabler (Creswell & Creswell, 2018, s. 207). Studiens problemstilling og forskningsspørsmål inneholder begge disse spørsmålstypene, og det ble dermed et naturlig valg å benytte en spørreundersøkelse for å besvare dem. Aarø (2007, s. 2) beskriver en survey som en *ikke-eksperimentell* undersøkelse. I motsetning til en eksperimentell undersøkelse, vil en ikke-eksperimentell undersøkelse unngå å gjøre grep som kan påvirke resultatet (Cohen et al., 2018, s. 49-50), noe som har vært avgjørende for denne avhandlingen.

Et surveydesign kan videre skilles gjennom kategoriene *cross-sectional* (tverrsnitt) og *longitudinal* (langsgående) (Cohen et al., 2018), hvor den førstnevnte innebærer å undersøke et visst utvalg én gang, og kan beskrives som et øyeblikksbilde av en populasjon ved den gitte tiden. Den sistnevnte innebærer å studere likheter, ulikheter og endringer over tid (s. 347-348). Selv om det kunne vært av denne studiens interesse å gjennomføre en longitudinell studie, ville det som Cohen et al. (2018, s. 350) nevner vært mye mer krevende, ettersom det er mer omfattende og krever mye tid. Dette hindres av denne studiens tidsbegrensninger. Valget falt derfor på en tverrsnittsundersøkelse ved bruk av et spørreskjema, hvor et øyeblikksbilde av nåtidens lærere gis for å undersøke dagens situasjon. Studiens forskingsstrategi kan dermed beskrives som et *tverrsnittssurvey design* (Cohen et al., 2018, s. 349; Creswell & Creswell, 2018, s. 50). Bruk av surveymetoden var avgjørende med hensyn til studiens målsetting om et representativt utvalg respondenter, i tillegg til å effektivt kunne kartlegge og skaffe overblikk over utvalget.

3.2.1 Rekruttering og datainnsamling

Når det gjelder en studies utvalg, skiller en gjerne mellom *sannsynlighetsutvalg* og *ikke-sannsynlighetsutvalg*. Denne studien har benyttet seg av et sannsynlighetsutvalg, hvor hele enheten av populasjonen (matematikklærere i Norge) skal ha like stor sannsynlighet for å bli valgt ut. Dette passer til kvantitativ forskning, hvor målet er å kunne generalisere kunnskapen fra utvalget til en større populasjon (Gleiss & Sæther, 2021, s. 38).

For å få et sannsynlighetsutvalg har denne studien benyttet Utdanningsdirektoratet (2022) sine nettsider, hvor et nasjonalt skoleregister ligger tilgjengelig. Nettsiden har filtreringsmuligheter som gjorde det mulig å få en alfabetisk liste over alle offentlige grunnskoler i Norge, hvor det i skrivende stund er oppført totalt 2581 offentlige grunnskoler. Nettsiden viste 10 skoler per side, med 259 totale sider. Det ble derfor benyttet en tilfeldig tallgenerator for å få 20 tilfeldige tall mellom 1 og 259. Dette ga oss et tilfeldig utvalg på 200 skoler. Å benytte skoler som utgangspunkt for deltakere for studien er en av eksemplene Cohen et al. (2018) benytter for å beskrive det de kaller *cluster sampling* (klyngeutvalg). De forklarer videre at en må sørge for at de ulike klyngene må være godt fordelt blant populasjonen for å unngå bias (s. 216). Som tabell 1 nedenfor viser, er det en god fordeling av de ulike skolene, både med hensyn til skolestørrelse og geografi. At deltakelsen i spørreundersøkelsen har vært frivillig for alle de individuelle lærerne som har blitt forespurt, kan også ha bidratt til at studien ikke har fått noen særlig overvekt fra enkelte skoler. Studien kunne samlet inn data om hvilken skole respondentene jobbet ved for å få oversikt over dette, men studien valgte heller å prioritere respondentenes anonymitet. Creswell og Creswell (2018) forklarer at det omtales som et klyngeutvalg når utvalget innhentes gjennom flere enn ett steg. Å innhente et tilfeldig utvalg gjennom kun ett steg avhenger av en direkte tilgang til hele populasjonen (s. 212). En direkte tilgang til alle matematikklærere i Norge erfarteres naturligvis som en umulig oppgave, og en kontakt gjennom tilfeldig valgte skoleadministrasjoner sørget for en mer effektiv innsamling av data.

Studiens rekrutteringsstrategi samsvarer godt med det Gleiss og Sæther (2021, s. 41) beskriver som *portvaktrekruttering*. I denne studiens tilfelle vil portvaktene representeres av skoleadministrasjonen, være seg avdelingsledere, rektorer eller andre sentrale skikkelser i ledelsen. De fungerer ifølge Gleiss og Sæther (2021, s. 41) som døråpnere inn til deltakerne og gjør dermed rekrutteringsprosessen av deltakere mer smidig.

De tilfeldig valgte skolene ble ført opp i en oversikt i et Excel-dokument, og skolene ble kontaktet i løpet av perioden 08. desember 2022 – 08. februar 2023. Responsraten blant skolene var relativt god, men det var likevel skoler som det var vanskelig å komme i kontakt med. I tillegg var det spesialskoler på ringelisten som selv mente at skolens undervisningsopplegg gjorde dem uaktuelle for denne studien. Skoler som av ulike årsaker ble ansett som uaktuelle, eksempelvis spesialskoler som selv mente at studien ikke var passende for dem, ble erstattet av påfølgende skoler i den alfabetiske listen av praktiske hensyn. Den originale listen på 200 skoler endte dermed opp med en størrelse på 224 skoler.

Av disse skolene takket 193 skoleadministrasjoner ja til å videresende og videreformidle spørreskjemaet og medfølgende informasjonsskriv til sine matematikklærere. Dette resulterte i totalt 187 responser på spørreskjemaet.

3.3 Utvalgsbeskrivelse

Ettersom listen over skoler var alfabetisk systematisert, kan det argumenteres for at det ikke var noen sammenheng mellom faktorer som små/store skoler, distrikt/sentrum og geografisk plassering i utvalget. Dette har blitt vurdert som hensiktsmessig for studien. Tabell 1 nedenfor gir en likevel en geografisk og størrelsesmessig utvalgsbeskrivelse av de tilfeldig valgte skolene hvor administrasjonen takket ja til å videresende og videreformidle studiens spørreskjema.

Tabell 1: Skolekategorisering

| | | N |
|-----------|--------------------------|-----|
| Størrelse | Liten (< 100 elever) | 32 |
| | Middels (100-499 elever) | 148 |
| | Stor (> 500 elever) | 13 |
| | Total | 193 |
| Fylke: | | |
| | Trøndelag | 19 |
| | Rogaland | 15 |
| | Oslo | 7 |
| | Troms & Finnmark | 16 |
| | Vestland | 26 |
| | Agder | 15 |
| | Møre & Romsdal | 13 |
| | Viken | 39 |
| | Nordland | 16 |
| | Innlandet | 13 |
| | Vestfold & Telemark | 14 |
| | Total | 193 |

I tabell 1 kan vi se at det er en god spredning av ulike skolestørrelser. Skolestørrelsen kan gi en indikasjon på antallet matematikklærere ved de ulike skolene. Skolestørrelser er her delt inn i liten, middels og stor. Dette er basert på en rapport fra Utdanningsdirektoratet (2021b) hvor små skoler er definert ved et elevtall på mindre enn 100, middels skoler mellom 100 og 499, og store skoler med et elevtall på over 500. Utdanningsdirektoratet (2021b) sin rapporterte fordeling av skolestørrelser, hvor det var langt flere middels skoler enn små, og enda færre store skoler i Norge i 2021, samsvarer godt med den størrelsesmessige fordelingen blant respondentskolene i studien. Oversikten viser også at det er en god geografisk spredning

blant respondent skolene, hvor fylker foruten Oslo har minst 13 skoler. De ulike fylkene er med andre ord godt representert i studien.

Tabell 2 gir en utvalgsbeskrivelse av de individuelle respondentene ved de tilfeldig valgte skolene:

Tabell 2: Respondentkategorisering

| | N | Prosent |
|----------------------------------|------------|-------------|
| Kjønn: | | |
| Mann | 51 | 27.27 |
| Kvinne | 136 | 72.73 |
| Total: | 187 | ~100 |
| Alder: | | |
| < 30 år | 32 | 17.11 |
| 30-40 år | 53 | 28.34 |
| 41-50 år | 60 | 32.08 |
| > 50 år | 42 | 22.46 |
| Total: | 187 | ~100 |
| Trinn: | | |
| 1.-4. trinn | 57 | 30.48 |
| 5.-7. trinn | 80 | 42.78 |
| 8.-10. trinn | 79 | 42.25 |
| Total: | 216 | ~116 |
| Jobberfaring: | | |
| < 5 år | 36 | 19.25 |
| 5-10 år | 44 | 23.53 |
| 11-20 år | 64 | 34.22 |
| > 20 år | 43 | 22.99 |
| Total: | 187 | ~100 |
| Studiepoeng i matematikk: | | |
| < 30 p | 15 | 8.02 |
| 30 p | 42 | 22.46 |
| 31-59 p | 12 | 6.42 |
| 60 p | 61 | 32.62 |
| 61-80 p | 13 | 6.95 |
| 90 p | 20 | 10.7 |
| 91-200 p | 24 | 12.83 |
| Total: | 187 | ~100 |

Merk at *trinnfordelingen* overstiger 100% ettersom mange respondenter jobber på tvers av de ulike trinnene.

Tabell 2 viser at studien hadde totalt 187 respondenter. Dette tilsvarer under én respondent per skole i snitt. Cohen et al. (2018, s. 341-342) påpeker at lav responsrate er en kjent utfordring ved bruk av spørreundersøkelser. Én av problemene ved en lav responsrate er at gjerne er forskjeller mellom ikke-respondenter og respondenter. Det er ikke mulig for denne studien å regne ut en nøyaktig responsrate, ettersom det ikke eksisterer noen oversikt over hvor mange matematikklærere som faktisk har fått tilgang til spørreundersøkelsen. Denne utfordringen, og hvordan det kan prege den interne validiteten, drøftes videre i kapittel 3.7.1.

Grupperingene innad i de ulike kategoriene er ikke satt sammen av noen overordnet grunn, men heller basert på praktiske hensyn. Tabellen viser at det er en overvekt av kvinner som har deltatt i studien, hvor de tilsvarer litt over 70 prosent av respondentene. Innenfor kategoriene «alder», «trinn» og «jobberfaring» er respondentene nokså jevnt fordelt. Kategorien «studiepoeng i matematikk» viser at 30, 60 og 90 studiepoeng er de mest representerte mengdene. Det er likevel variasjon blant respondentene, som kan være grunnet ulikt utdanningsløp, videreutdanning etc. Alle kategoriene, foruten fordelingen av kjønn, tolkes til å vise en nokså jevn fordeling blant respondentene. En videre kritisk vurdering av fordelingen av respondentene sett opp mot hele populasjonen er detaljert i kapittel 3.7.

3.4 Utforming av spørreskjema

Måleinstrumentet for prosjektet var et spørreskjema som ble både laget og gjennomført via *nettskjema.no*. Nettskjema er en digital tjeneste for spørreundersøkelser, utviklet og designet av Universitetet i Oslo. Benyttelsen av nettskjema, samt innholdet og gjennomføringen av spørreskjemaet ble vurdert og godkjent av NSD (Norsk senter for forskningsdata). I forkant av studiens gjennomføring ble det gjort en pilotering av spørreskjemaet. En liten gruppe medstudenter og bekjente matematikklærere gjennomførte spørreskjemaet og ga konkrete tilbakemeldinger i samsvar med Cohen et al. (2018, s. 583) sin liste over hva en kan få tilbakemelding på gjennom en pilotering i liten skala. Dette innebar blant annet en forsikring om at spørsmål og instruksjoner var tydelige og forståelige, om noen spørsmål opplevdes overflødige eller om det var noen spørsmål som manglet, i tillegg til om tiden de måtte bruke på spørreskjemaet opplevdes som gjennomførbart.

Majoriteten av spørreskjemaets svaralternativer ble satt sammen av en *Likert-skala* med fire nivåer. En Likert-skala gir respondenten en skala av svar på et spørsmål eller en påstand (Cohen et al., 2018, s. 480). Typiske eksempler er i hvor stor grad man er enig eller uenig i en påstand, eller hvor ofte man gjennomfører en viss handling. Litt mer konkret kan et spørsmål om hvor ofte man gjør en handling bestå av svaralternativ som «aldri», «nesten aldri», «av og til», «ofte» og «alltid» (Cohen et al., 2018, s. 481). Selv om dette eksempelet med fem alternativer hvor respondenten har muligheten til å stille seg nøytral gjerne kan benyttes, var det denne studiens hensikt at lærerne måtte ta stilling til de ulike spørsmålene og påstandene. Dette oppnås ved å benytte en firepunkts skala uten et nøytralt alternativ. Dette kan gjøres hvis forsker tydelig mener at respondentene har en mening eller burde ha en mening om det som blir spurt om (Cohen et al., 2018, s. 484). Det kan argumenteres for at et femte

svaralternativ som gir respondentene muligheten til å ikke ta stilling til spørsmålet kan være hensiktsmessig. Samtidig består studiens responsgruppe av profesjonelle mennesker med både yrke og utdanning som gjør at de burde ha forutsetning for å ha en mening rundt det som spørres om. Benyttelsen av en firepunkts skala støttes av Krosnick og Presser (2010, s. 284), som mener at å ha med svaralternativ som for eksempel «vet ikke» vil kunne svekke kvaliteten av datamaterialet fordi det kan oppleves trygt å stille seg nøytral. Hvert nivå er beskrevet med ord, slik at det ikke er opptil respondentene å tyde hva verdiene betyr. Dette er en av måtene Cohen et al. (2018, s. 483) mener en kan tydeliggjøre svaralternativene for respondentene ved bruk av en skala. Ved å bruke en Likert-skala med et poengspenn på ett til fire poeng, kan en score på 2.5 poeng videre betegnes som et midtpunkt.

3.4.1 Spørreskjemaets innhold

Spørreskjemaet kan deles inn i fem deler. Første del er *faktaspørsmål* som har som formål å samle inn bakgrunnsinformasjon om respondentene (Gleiss & Sæther, 2021, s. 149). Neste del med spørsmål tar for seg matematikklærernes adferd. Spørsmålene har som hensikt å avdekke hvordan lærernes matematikkundervisning ser ut. Respondentene blir derfor spurt om i hvilken grad de benytter seg av ulike undervisningsaktiviteter i løpet av matematikkundervisningen. Dette passer godt innenfor det Gleiss og Sæther (2021, s. 149) beskriver som *adferdsspørsmål*, hvor man er ute etter å kartlegge handlingene til respondentene. De tre siste delene av spørreskjemaet omfatter *holdningsspørsmål*, hvor hensikten er å kartlegge holdninger, meninger og vurderinger som deltagerne i undersøkelsen har (Gleiss & Sæther, 2021, s. 149). Mer spesifikt handler det om holdninger til ulike elementer innen matematikkfaget. Den tredje delen av spørreskjemaet omhandler respondentenes *syn på matematikkfaget*, og den fjerde delen omhandler respondentenes *syn på undervisning*. Den femte og siste delen av spørreskjemaet omhandler *oppfattede utfordringer* ved implementering av utforskende matematikk.

Svarene som innhentes via spørreskjemaet kan kategoriseres etter ulike datatyper. Aarø (2007, s. 13-14) legger frem fire typer data eller målenivå: *nominal*, *ordinal*, *intervall* og *ratio*. Majoriteten av spørreskjemaets faktaspørsmål gir nominale målinger. Nominale målinger kan klassifiseres i grupper, men kan ikke settes i en bestemt rekkefølge (Aarø, 2007, s. 13). Eksempelvis vil spørsmål om hvilket trinn respondentene jobber ved kunne kategoriseres, men det gir likevel ikke mening å plassere gruppene i en rekkefølge fra lav til høy verdi. De *metriske variablene* intervall og ratio er målinger som kan kategoriseres i

grupper og rekkefølge med en lik avstand mellom verdiene. Forskjellen mellom datatypene er at ratio har et nullpunkt, noe intervall ikke har (Aarø, 2007, s. 14). Spørsmål om eksempelvis alder og år i yrket kan defineres med like store avstander mellom etterfølgende punkter, og kan i tillegg sies å ha absolutte nullpunkter. Svarene på disse spørsmålene vil derfor havne innenfor en ratioskala.

Ettersom de resterende spørsmålene i spørreskjemaet besvares ved bruk av en firepunkts Likert-skala, vil resten av spørreskjemaet gi ordinale målinger. Dette er fordi dataene kan plasseres innenfor en gruppe og i en rekkefølge, selv om det ikke er mulig å fastsette en lik avstand mellom verdiene (Aarø, 2007, s. 14). Ved bruk av Likert-skalaen vil man få data hvor hvert svar kan rangeres i forhold til skalaen. Cohen et al. (2018) skriver at det ikke kan antas lik avstand mellom ulike nivåer i en Likert-skala. De forklarer at intensiteten av følelsen mellom «svært enig» og «enig», ikke nødvendigvis er lik «svært uenig» og «uenig» (s. 481). En Likert-skala gir oss altså data som kan plasseres i en orden, selv om avstanden mellom datapunktene er ikke lik. Adferdsspørsmålene handlet om hvor ofte respondentene gjorde ulike grep i matematikkundervisningen. Svaralternativene bestod derfor av «aldri eller nesten aldri», «i noen timer», «i flesteparten av timene» og «hver eller nesten hver time». Holdningsspørsmålene bestod av påstander respondentene måtte ta stilling til, og svaralternativene var følgende «svært uenig», «litt uenig», «litt enig» og «svært enig». Det er respondentenes besvarelser innenfor adferdsspørsmålene som er grunnlaget for besvarelsen av studiens problemstilling, og dermed studiens første forskningsspørsmål. Fakta- og holdningsspørsmålene skal benyttes for å besvare de resterende forskningsspørsmålene. Dette gjøres ved at besvarelsene av fakta- og holdningsspørsmålene benyttes for å gi et klarere bilde på eventuelle sammenhenger mellom respondentenes bakgrunn og holdninger, og deres besvarelser innen adferdsspørsmålene.

Faktaspørsmålene går på alder, kjønn, antall år i yrket, utdanningsløp etc. Denne seksjonen inneholdt totalt syv spørsmål. **Adferdsspørsmålene** består totalt av 18 spørsmål.

Spørsmålene er en kombinasjon av spørsmål hentet fra tidligere studier og egenformulerte spørsmål basert på Blomhøj (2021, s. 10) sin liste over utforskende elev- og læreraktiviteter (se kapittel 2.5.2). Syv av spørsmålene er hentet direkte fra et spørreskjema som ble benyttet under SUM-prosjektet (Pedersen & Haavold, 2022). To av spørsmålene er hentet og oversatt fra en undersøkelse gjort av Ross et al. (2003). De åtte siste spørsmålene tar utgangspunkt i den overnevnte listen til Blomhøj (2021, s. 10). Eksempelvis har læreraktiviteten «stille åpne og nysgerrige spørsmål til elevenes arbeide» (Blomhøj, 2021) blitt omformulert til

påstanden «stiller åpne og nysgjerrige spørsmål». Alle de individuelle adferdsspørsmålene vil summeres til en sumskår/samlevariabel (se kapittel 3.5), for å kunne vurdere i hvilken grad respondentene mener de bedriver utforskende undervisning.

Holdningsspørsmålene omfatter som nevnt tre seksjoner av spørreskjemaet. Påstandene om synet på matematikkfaget undersøker to dimensjoner. Den ene dimensjonen innebærer hvorvidt respondentene ser på matematikk som et kreativt fag, eller et fag hvor man tillærer seg prinsipper og regler for å nå definerte mål. Et eksempel på en påstand er «mange ting innen matematikk må bare aksepteres som sant og huskes». Den andre dimensjonen består av om respondentene anser matematikkfaget som noe man er født til å beherske, eller om det er noe alle kan bli god i. Denne delen av skjemaet består av åtte påstander. Seks av disse spørsmålene er hentet fra et spørreskjema som ble brukt i SUM-prosjektet (Pedersen & Haavold, 2022), mens de to siste spørsmålene er hentet fra et spørreskjema som ble brukt i en undersøkelse gjort av Ross et al. (2003).

Respondentenes syn på matematikkundervisning ble kartlagt med syv påstander. Tre påstander er hentet og oversatt fra en undersøkelse gjort av Ross et al. (2003). En påstand er fra en undersøkelse som ble gjort i forbindelse med SUM-prosjektet (Pedersen & Haavold, 2022). Respondentene vil gjennom denne seksjonen kunne vise i hvilken grad de stiller seg enig eller uenig til både utforskende og tradisjonelle trekk ved undervisningen. Eksempelvis kan påstanden «elever lærer best når de selv er aktive i undervisningen» være en del av en indikasjon på om respondentens syn på undervisning er mer tradisjonelt eller utforskende, avhengig av respondentens besvarelse.

Spørreskjemaets siste seksjon omhandler eventuelle oppfattede utfordringer blant matematikklærere. Enkelt forklart er det snakk om opplevde hindringer lærerne kan kjenne på når de forsøker å implementere utforskende undervisning. Som nevnt i kapittel 2.3.3 tar baserer denne delen av spørreskjemaet seg på de tre kategoriene PRIMAS-prosjektet (Engeln et al., 2013, s. 827) benyttet i forbindelse med et spørreskjema om samme tema. Denne delen av spørreskjemaet inneholdt totalt fire spørsmål. Det var ett spørsmål for hver av kategoriene 'systemiske hindringer' og 'ressurser', i tillegg til to spørsmål knyttet til kategorien 'klasseledelse'. Tre av spørsmålene er hentet og oversatt fra PRIMAS-prosjektet (Engeln et al., 2013, s. 827), mens ett spørsmål er hentet fra SUM-prosjektet (Pedersen & Haavold, 2022). For en full oversikt over spørreskjemaet i sin helhet, se vedlegg 3.

3.5 Faktoranalyse og samlevariablene

Selv om det er mulig å drøfte resultater fra hvert enkelt spørsmål, kan det være hensiktsmessig å slå sammen de variablene som samvarierer med hverandre. På denne måten kan et sett med spesifikke handlinger representere overordnede begrepene. Dette gjøres ved en *faktoranalyse*, som reduserer et større antall variabler til ett samlet produkt, en *samlevariabel*. Hensikten er å bestemme antall underliggende dimensjoner og egenskaper i utvalget av enkeltvariabler (Aarø, 2007, s. 160). Eksempelvis vil en faktoranalyse av adferdsspørsmålene i denne studien vise hvilke spørsmål eller enkeltvariabler som samvarierer med hverandre, og dermed vise de variablene som har felles underliggende dimensjoner og egenskaper. Slik blir ulike enkeltspørsmål om adferd omgjort til samlevariabler som kan beskrive spesifikke dimensjoner av adferd. Faktoranalyse som metode kan forstås som et overordnet begrep, som består av flere forskjellige teknikker (Aarø, 2007, s. 160). Disse teknikkene kan deles inn i to kategorier, *eksplorerende faktoranalyse* og *konfirmatorisk faktoranalyse*. Denne studien belager seg på en eksplorerende faktoranalyse, som benyttes da forskeren ikke har en sikker mening om hvor mange underliggende dimensjoner det finnes i datasettet (Aarø, 2007, s. 160). Faktoranalysen benyttes da for å tydeliggjøre disse dimensjonene. Dette står i motsetning til en konfirmatorisk faktoranalyse, hvor forskeren vet på forhånd hvilke dimensjoner som ligger bak, og faktoranalysen benyttes for å bekrefte eller avkrefte dette (Aarø, 2007, s. 160). Videre benyttes det en *varimax-rotasjon* av faktoranalysen. Aarø (2007, s. 167) skriver at en slik rotasjon benyttes for å skape orden og oversikt i forholdet mellom variabler og faktorer. Varimax er en *ortogonal* rotasjon, som tilsier at faktorene som foreslås av analysen ikke korrelerer med hverandre (Aarø, 2007, s. 167). At faktorene som blir produsert er tydelig adskilt fra hverandre, gir en klarhet i vurderingen av studiens ulike samlevariabler. Aarø (2007, s. 168) påpeker at denne rotasjonen ofte gir de klareste løsningene.

Hver variabel i en faktoranalyse vil få en verdi knyttet opp mot de ulike faktorene. Dette er kjent som en variabels *faktorladning*. Denne verdien kan tenkes på som variabelens korrelasjon opp mot den gitte faktoren (Field, 2018, s. 781). Verdien beskriver altså i hvilken grad variabelen passer inn i faktoren. Dette åpner muligheten for å fjerne variabler fra faktorer, basert på faktorladningen, for å øke samvariasjonen i en gitt faktor. Cohen et al. (2018, s. 578) skriver at man som en generell regel fjerner variabler som har en faktorladning på $< 0,3$. I samråd med veileder vil denne studien fjerne alle variabler som har en faktorladning $< 0,4$, i tråd med Boateng et al. (2018, s. 11). Eventuelle *kryssladninger* har

også blitt fjernet. Dette betyr i praksis at faktorladninger som har $< 0,3$ på minst to ulike faktorer har blitt fjernet. Det ble også vurdert om variablene egnet seg for en faktoranalyse ved bruk av Kaiser-Meyer-Olkins statistikk (KMO) og Bartletts test. Det ble også produsert et skred-diagram (scree-plot) for å vurdere antallet faktorer som burde benyttes. Alle disse nevnte forutsetningene ble vurdert som godkjente. Testene for å vurdere forutsetningene for faktoranalyse ble gjort i SPSS, i tråd med eksemplene av Aarø (2007, s. 182-185).

Ifølge Aarø (2007, s. 175) kan en benytte *Cronbachs alpha-test* for å teste om de faktorene eller samlevariablene fungerer som en indikator på ett og samme underliggende fenomen. Cronbachs alpha er en koeffisient som sier noe om i hvor stor grad variabler innad i en samlevariabel korrelerer med hverandre (Cohen et al., 2018, s. 270). En Cronbachs alpha-test vil derfor benyttes i denne studien for å undersøke styrken til samlevariablene. Cronbachs alpha blir gjerne omtalt som «alpha» eller tegnet « α » (Cohen et al., 2018, s. 270). Litteraturen er delt i spørsmålet rundt hva som anses som en akseptabel grense for alpha-verdi. Cohen et al. (2018, s. 774) legger fram at alpha verdier på $< 0,60$ har for lav pålitelighet, mens verdier fra 0,60 til 0,69 anses som et nedre grensenivå for pålitelighet. Videre beskriver Cohen et al. (2018, s. 774) alpha-verdier på 0,70-0,79 som «pålitelige» og 0,80-0,90 som «veldig pålitelige». Det er likevel delte meninger om hvordan en skal vurdere alpha-verdier. Aarø (2007, s. 176) viser til Pedhazur og Schmelkin (1991), som på humoristisk vis sier at forskere som har samlevariabler med nedre alpha-verdi på 0,50 bør referere til Nunnally (1967), mens forskere som har en nedre alpha-verdi på 0,70 bør referere til Nunnally (1978). Pedhazur og Schmelkin (1991) konkluderer med at det har liten nytteverdi å vise til autoritative kilder for en grenseverdi for alpha, og at det kommer an på hvilken type studie og data som analyseres (Aarø, 2007, s. 176). I samråd med veileder, har denne studien satt den nedre grensen for alpha-verdiene til de ulike samlevariablene på $> 0,60$.

DeVellis (2017) skriver at det er vanlig å inkludere *negativt ladete spørsmål* i spørreskjemaer. Hensikten med å benytte både positivt og negativt ladete spørsmål innen samme skala er som oftest å unngå bekreftelsestendenser hos respondentene. Denne studien er intet unntak, og består delvis av negativt ladete spørsmål. Det kan diskuteres i hvilken grad alle de gjeldende spørsmålene i denne studien er eksplisitt negativt ladet, men de gir i hvert fall uttrykk for det motsatte av de andre relaterte spørsmålene. Scoringsverdien fra Likert-skalaen er derfor vridd, slik at eksempelvis en score på 1 på Likert-skalaen tilsvarer en score på 4 i datasettet. Alle disse spørsmålene vil videre være markert med «*».

Tabell 3: Faktoranalyse av undervisningsgrep

| Variabler | Faktor 1 | Faktor 2 | Faktor 3 |
|-----------|----------|----------|----------|
| UA1 | 0.62 | | |
| UA2 | 0.68 | | |
| UA3 | 0.56 | | |
| UA4 | 0.53 | | |
| UA5 | 0.53 | | |
| UA6 | 0.72 | | |
| TA1* | | 0.72 | |
| TA2* | | 0.70 | |
| TA3* | | 0.56 | |
| TA4* | | 0.75 | |
| TA5* | | 0.68 | |
| UK1 | | | 0.78 |
| UK2 | | | 0.74 |
| UK3 | | | 0.51 |

Merk at faktorladninger < .4 og variabler med faktorladninger kun < .4 er fjernet fra tabellen

Basert på studiens konseptuelle rammeverk (se kapittel 2.5.1 og 2.5.2) var det tre elementer av utforskende undervisning som pekte seg ut: *bruk av utforskende undervisningsaktiviteter, fraværet av tradisjonelle undervisningsaktiviteter, og kommunikasjonsgrep som fostrer utforskende undervisning*. Faktoranalysen av denne delen av spørreskjemaet samsvarer med dette utgangspunktet, hvor tre ulike faktorer ble etablert. Disse tre faktorene forklarer totalt sett 45% av den totale variansen av utgangspunktet med alle påstandene.

Faktor 1 består av samlevariabelen omtalt som «utforskende undervisningsaktiviteter» (UA). Spørsmålene omhandler typiske utforskende undervisningsaktiviteter, som vist i Blomhøj (2021, s. 10), og inneholder seks variabler ($\alpha = .74$):

- UA1** Ber elevene diskutere problemløsningsstrategier
- UA2** Ber elevene formulere egne problemstillinger og utforske disse
- UA3** Lar elevene jobbe sammen i grupper
- UA4** Gir oppgaver som krever at elevene må avgrense og strukturere informasjon før de kan løse den
- UA5** Oppmuntrer elevene til å representere løsningene deres på forskjellige måter (f.eks. tegning eller grafisk)
- UA6** Ber elevene arbeide med problemer som ikke har en opplagt løsningsmetode

Ettersom de tilknyttede spørsmålene til samlevariabelen UA besvares ved en firepunkts Likert-skala, vil minste og største mulige score for respondentene være 6 og 24.

Ettersom faktor 2 omhandler bruken av tradisjonelle undervisningsaktiviteter, tidligere definert som en motsetning til utforskende undervisningsaktiviteter, er verdiene for alle de relaterte variablene snudd. Det betyr at en høy score innenfor denne samlevariabelen representerer indikasjoner på et *fravær* av tradisjonelle undervisningsaktiviteter. Denne faktoren består av samlevariabelen omtalt som «tradisjonelle undervisningsaktiviteter» (TA), og inneholder fem variabler ($\alpha = .74$):

- TA1*** Viser elevene hvordan man løser bestemte oppgaver
- TA2*** Ber elevene arbeide med oppgaver som ligner på eksempler i læreboka
- TA3*** Ber elevene øve på å anvende en formel
- TA4*** Gir oppgaver som elevene kan løse ved å bruke av kjente, tidligere tillærte løsningsstrategier
- TA5*** Ber elevene anvende fakta, begreper og fremgangsmåter til å løse rutineoppgaver

Ettersom de tilknyttede spørsmålene til samlevariabelen TA besvares ved en firepunkts Likert-skala, vil minste og største mulige score for respondentene være 5 og 20.

Faktor 3 består av samlevariabelen omtalt som «utforskende kommunikasjon» (UK), og inneholder tre variabler ($\alpha = .74$):

- UK1** Ber elevene forklare sine matematiske resonnementer
- UK2** Lærer elevene å forklare sine matematiske resonnementer
- UK3** Stiller åpne og nysgjerrige spørsmål

Ettersom de tilknyttede spørsmålene til samlevariabelen UK besvares ved en firepunkts Likert-skala, vil minste og største mulige score for respondentene være 3 og 12.

Fire av spørsmålene hadde for lave faktorladninger, og ble ikke inkludert videre i studien. Det er viktig å nevne at tre av de fire spørsmålene (variabel UA8, TA6, UK4) også etablerte en fjerde faktor med en lav alpha ($\alpha = .18$) som forstås som irrelevant.

Følgende spørsmål er fjernet fra videre analyser:

- UA7** Ber elevene arbeide med oppgaver relatert til dagliglivet og egne erfaringer
- UA8** Bruker feilsvar fra elever som utgangspunkt for læringsaktiviteter for elevene
- TA6*** Lar hovedaktiviteten i undervisningsøkten være selvstendig elevarbeid

UK4 Unnlater bevisst å besvare matematiske spørsmål, for å utfordre elevene på å undersøke selv

Tabell 4: Faktoranalyse av syn på faget

| Variabler | Faktor 1 |
|-----------|----------|
| FB1* | 0.80 |
| FB2 | 0.781 |
| FB3* | 0.73 |

Merk at variabler med faktorladninger < .4 er fjernet fra tabellen

I det konseptuelle rammeverket for læreres syn på faget (se kapittel 2.5.3) er det to ulike aspekter som peker seg ut. Det ene aspektet omhandler de motstridende synene på matematikk som enten et *kreativt vs. ikke-kreativt fag*. Det andre aspektet omhandler synet på matematisk læringspotensial som en medfødt egenskap, eller om det er noe ethvert individ kan tilegne seg, og omtales som *født sånn vs. blitt sånn*. Basert på dette var alle spørsmålene i spørreskjemaet relatert til lærernes syn faget forventet å presenteres gjennom to ulike faktorer i faktoranalysen. **Tabell 4** viser likevel at det ble etablert én faktor med et akseptabelt alpha-nivå. Denne faktoren forklarer 29% av den totale variansen.

Faktor 1 består av samlevariabelen omtalt som «født sånn vs. blitt sånn» (FB), og inneholder tre variabler ($\alpha = .67$):

FB1* Matematikk er et fag der man er født enten god eller dårlig

FB2 Alle kan bli gode i matematikk

FB3* For å bli god i matematikk må man først og fremst ha talent for det

I faktoranalysen ble samlevariabelen omtalt som «kreativt vs. ikke-kreativt» (KIK) representert gjennom en annen faktor. De tre variablene som representerte faktor 2 hadde likevel en utilstrekkelig alpha-verdi ($\alpha = .56$), i tillegg til at tre relaterte spørsmål (KIK4, KIK5 og KIK6) ikke hadde høy nok faktorladning til å inkluderes i faktoren. Respondentenes syn på matematikk som et kreativt vs. ikke-kreativt fag blir følgelig ikke drøftet videre i studien. De relaterte spørsmålene var som følger:

KIK1* Det er mindre rom for kreativitet i matematikk enn i andre fag

KIK2* Mange ting innen matematikk må bare aksepteres som sant og huskes

KIK3* For å løse de fleste matematiske problemer må du ha lært riktig fremgangsmetode

- KIK4*** Matematikk i skolen handler om å lære seg grunnleggende ferdigheter som elevene trenger i hverdagen sin
- KIK5** Matematikk i skolen handler om å løse problemer og få elevene motivert til å se på matematikk som interessant og en kreativ prosess

Tabell 5: Faktoranalyse av syn på undervisning

| Variabler | Faktor 1 |
|-----------|----------|
| TU1 | 0.67 |
| TU2 | 0.73 |
| TU3 | 0.69 |
| TU4 | 0.71 |
| TU5* | 0.63 |

Merk at variabler med faktorladninger $< .4$ er fjernet fra tabellen

Det konseptuelle rammeverket for læreres syn på undervisning (se kapittel 2.5.3) viser til forståelsen matematikklærere har rundt hvilken undervisningsform som tilbyr størst læringspotensial for elevene. Denne studien tar utgangspunkt i de to motstridende synene *tradisjonell undervisning vs. utforskende undervisning*. Alle spørsmålene i spørreskjemaet som var relatert til lærernes syn på undervisning var derfor forventet å representeres gjennom én faktor, noe som gjenspeiles i faktoranalysen i **tabell 5**. Denne faktoren forklarer 36% av den totale variansen.

Faktor 1 består av samlevariabelen omtalt som «tradisjonell undervisning vs. utforskende undervisning» (TU), og inneholder fem variabler ($\alpha = .70$):

- TU1** Elever lærer matematikk best når de selv er aktive i undervisningen
- TU2** Matematiske problemer med flere løsningsmetoder fører til økt læringsmulighet for elevene
- TU3** Utforskende matematikkundervisning/aktiviteter er gunstig for elevenes læring
- TU4** Når en skal begynne på et nytt tema, så bør elevene som regel først få jobbe og utforske det på egen hånd
- TU5*** Når en skal begynne på et nytt tema, så bør læreren som regel først vise og forklare elevene

Følgende to spørsmål hadde for lave faktorladninger, og er derfor fjernet fra videre analyse:

- TU6*** Det er ikke særlig produktivt for elever å jobbe sammen i matematikktimene

TU7* Bruk av digitale hjelpemidler vil hindre elever å jobbe sammen i matematikktimene

Tabell 6: Faktoranalyse av opplevde hindringer

| Variabler | Faktor 1 |
|-----------|----------|
| H1* | 0.67 |
| H2 | 0.88 |
| H3 | 0.72 |

Merk at faktorladninger < .4 er fjernet fra tabellen

Hindringer forstås i sammenheng med denne studien som noe som begrenser eller stopper læreres implementering av utforskende undervisningspraksis (se kapittel 2.5.4). Denne delen av spørreskjemaet har to påstander om klasseledelse som en hindring for implementering av utforskende undervisning, én påstand relatert til systemiske hindringer, og én påstand relatert til ressursbaserte hindringer. Påstanden om ressursbaserte hindringer (H4) hadde for faktorladning < .4, og er derfor ikke tatt med videre i studien. H1 er snudd slik at en lav score innen samlevariabelen indikerer en høy grad av opplevde hindringer, mens en høy score indikerer et fravær av de gitte hindringene. Faktoren forklarer 45% av den totale variansen.

Faktor 1 består av samlevariabelen omtalt som «*hindringer*», og inneholder tre variabler ($\alpha = .64$):

- H1*** Jeg er redd for at elevene/studentene vil bli dårligere forberedt til prøver/eksamen hvis vi bruker tid på utforskende aktiviteter
- H2** Jeg føler meg trygg på å bruke utforskende aktiviteter i matematikkundervisningen
- H3** Jeg kjenner til prinsippene for utforskende matematikkundervisning

Følgende spørsmål er fjernet fra videre analyser:

- H4** Læreboken jeg har tilgjengelig legger til rette for utforskende undervisningsaktiviteter

3.6 Analyseprosedyrer

Innenfor kvantitativ data finnes det et bredt og variert utvalg av analyser som kan benyttes for å skape forståelse av dataen. Det er alt fra simple beskrivende tall og diagrammer til avanserte matematiske modeller. Aarø (2007, s. 151) understreker likevel viktigheten å ikke gå for raskt til avanserte analyser, da det kan medføre at man går glipp av viktig informasjon. Ifølge Aarø (2007, s. 7) kan data fra en spørreundersøkelse benyttes *deskriptivt* eller *analytisk*. Studien har benyttet dataprogrammet SPSS. Nedenfor blir det greid ut om hvilke analyseprosedyrer som har blitt brukt i denne studien, samt hvordan disse analysene bidrar til å besvare studiens forskningsspørsmål.

3.6.1 Deskriptiv data

Deskriptiv statistikk forklarer og presenterer data, uten å gjøre et forsøk på å gjøre sammenligninger eller å si noen om populasjonen som en helhet (Cohen et al., 2018, s. 727). Aarø (2007, s. 39) skriver at det første trinnet i en dataanalyse alltid er å undersøke variablene enkeltvis. Dette kalles *univariate* analyser, og er i første omgang viktig for å bli kjent med datamaterialet. Enkeltvariabler for studiens adferdsspørsmål har blitt slått sammen til samlevariabler, og i denne sammenheng var det blant annet nødvendig å forstå betydningen av retningen på variablene som skulle samles. Besvarelsene på adferdsspørsmål som var knyttet til tradisjonell undervisning ble snudd, basert på studiens tidligere forståelse av dette som en motsetning til utforskende undervisning. Å snu variabler er avgjørende når en skal kombinere flere variabler til en samlet indeks, ettersom indeksen ikke vil gi mening om de ulike variablene ikke går i samme retning (Aarø, 2007, s. 39) skriver. Variablene som ble reversert eller vridd tydeliggjøres under i faktoranalysen (se kapittel 3.5).

I tillegg til å etablere en grunnleggende forståelse av datamaterialet, vil deskriptiv statistikk være nødvendig for å besvare studiens første forskningsspørsmål. For å kunne besvare «i hvilken grad oppgir et representativt utvalg av matematikklærere at de benytter utforskende undervisningsaktiviteter?», benyttes deskriptiv statistikk om samlevariablene utforskende undervisningsaktivitet, tradisjonell undervisningsaktivitet og utforskende kommunikasjon. Frekvensen av scorepoeng, gjennomsnittet og standardavviket til de nevnte variablene var blant de sentrale deskriptive statistikkene. At utvalget er representativt (se kapittel 3.7.1) medfører at de univariate analysene også vil kunne benyttes som *slutningsstatistikk* (Aarø, 2007, s. 24). Dette betyr at eksempelvis data fra konfidensintervaller kan benyttes for å trekke slutninger (med 95% sikkerhet) om den større populasjonen av norske matematikklærere.

3.6.2 Analytisk data

Analytisk bruk av spørreundersøkelser betyr å undersøke sammenhenger mellom ulike variabler, hvor en ofte sier at formålet er å predikere (Aarø, 2007, s. 7-8). Noen av forskningsspørsmålene i studiene krever bruk av analytiske verktøy for å se nærmere på eventuelle korrelasjoner.

Pearsons r (korrelasjonsanalyse)

Forskningsspørsmålet «I hvilken grad er det sammenheng mellom læreres syn på fag og undervisning i matematikk, og deres undervisning i klasserommet?» blir besvart ved *bivariate* analyser mellom holdningsspørsmålene og adferdsspørsmålene. Bivariate analyser er analyser som ser på to variabler i stedet for en, hvor hensikten er å finne sammenhenger mellom variablene, og å kunne trekke slutninger mellom eventuelle sammenhenger fra et utvalg til en populasjon (Aarø, 2007, s. 83). Mer spesifikt blir det gjort en korrelasjonsanalyse av de to holdningsvariablene, opp mot de tre adferdsvariablene. Det er flere analytiske metoder som kan benyttes for å utforske sammenhenger mellom variabler, men for det gjeldende forskningsspørsmålet blir det benyttet en Pearsons produkt-moment korrelasjon. Ved bruk av denne metoden kan en få informasjon om i hvor stor grad to ulike variabler har en lineær korrelasjon. Bruk av denne metoden tar forbehold om at variablene faktisk har et lineært forhold (Aarø, 2007, s. 83). Dette imøtekommes ved at adferdsvariablene og holdningsvariablene i datasettet er kodet slik at alle peker i samme retning. Respondentenes besvarelser rundt egen undervisning gir indikasjoner på om de har en liten eller stor grad av utforskende undervisning. På samme måte er respondentenes syn på faget og undervisning kodet slik de gir indikasjoner på om de stiller seg enig eller uenig i en rekke grunnleggende prinsipper for utforskende undervisning. I og med at variablene som blir brukt er kodet på denne måten, så vil det passe med en lineær korrelasjonsanalyse. Det er verdt å nevne at disse variablene blir behandlet som metriske variabler, noe som er et kriterium for en korrelasjonsanalyse (Aarø, 2007, s. 83). Denne analysen produserer et tall mellom -1,00 og 1,00. Det vil si at variablene kan ha både negativ og positiv korrelasjon (Aarø, 2007, s. 98). Verdien null tilsier ingen korrelasjon mellom variablene, noe som medfører at jo nærmere 1 og -1 den gitte verdien er, jo sterkere er korrelasjonen. Signifikansnivået, målt ved p-verdi, til korrelasjonene vil også presenteres i korrelasjonsanalysen. Hvis korrelasjonen er signifikant på $p < 0,01$ -nivå, tilsier det at sannsynligheten for at *nullhypotesen* er sann er mindre enn 0,01, og at man dermed kan forkaste nullhypotesen. Det er likevel vanlig å forholde seg til et signifikansnivå på 0,05 (Aarø, 2007, s. 105-106). Nullhypotesen er hypotesen om at

korrelasjonen er lik null, og at det dermed ikke eksisterer noen sammenheng mellom variablene (Aarø, 2007, s. 83). Cohen et al. (2018, s. 746) beskriver en Pearsons r på $\leq .10$ som liten, $.11$ til $.49$ som medium, og $\geq .50$ som stor.

Multipel regresjonsanalyse

Multipel regresjonsanalyse omfatter *multivariat statistikk*, som innebærer at en ser på analyser av flere uavhengige og/eller mange avhengige variabler Tabachnick og Fidell (2013, s. 1). Studiens resterende forskningsspørsmål baserer seg på *multiple regresjonsanalyser* for å vurdere i hvilken grad det er en sammenheng mellom enkelte avhengige variabler og flere uavhengige variabler.

For å kunne benytte en multipel regresjonsanalyse er det først og fremst noen forutsetninger som må være til stede, og som derfor må belyses. Tabachnick og Fidell (2013) forklarer at multivariate analyser stiller krav til at antagelsen om at *normalitet*, *linearitet* og *homoskedastisitet* er til stede. Normalitet handler om at dataen har en normal distribuering (s. 79). Enkelt forklart kan en si at dataene må være normalfordelt. Antagelsen om linearitet handler om at forholdet mellom ulike variabler beveger seg ved en tilnærmet rett linje (Tabachnick & Fidell, 2013, s. 83). Antagelsen om homoskedastisitet betyr at en antar at variansen til en avhengig variabel er tilnærmet lik for alle nivåer av de uavhengige variablene, variansen er altså homogen (Tabachnick & Fidell, 2013, s. 85). En sjekk av disse antakelsene ble gjennomført i forkant av alle regresjonsanalysene ved å generere P-P plots, som vist i Cohen et al. (2018, s. 810), hvor en får en grafisk fremstilling av de tre overnevnte antakelsene. Cohen et al. (2018, s. 808) forklarer at grafens tilnærmede rette linje som går diagonalt oppover fra venstre til høyre viser linearitet, dataens nærhet til linjen viser normalitet, og den jevne fordelingen på både over- og undersiden av linjen viser homoskedastisitet. Alle P-P plotene som ble fremstilt i denne studien innfridde disse kravene.

Kollinearitet ble også vurdert. Kollinearitet handler ifølge Tabachnick og Fidell (2013, s. 88-89) om at to eller flere uavhengige variabler korrelerer med hverandre i så stor grad at det kan være vanskelig å skille ut effekten de har på den avhengige variabelen. Cohen et al. (2018, s. 808) forklarer SPSS automatisk fjerner variabler hvor det er høy grad av kollinearitet. Det ble likevel kjørt en kollinearitetsdiagnose i SPSS, hvor det ble oppdaget ett tilfelle av høy kollinearitet blant de uavhengige variablene. «Alder» og «ansiennitet» hadde en svært høy korrelasjon ($>.8$), som betyr at de i realiteten måler samme ting, og betingelsen for

kollinearitet er dermed brutt. For å løse dette ble den uavhengige variabelen «alder» fjernet fra regresjonsanalysene.

Med de øvrige forutsetningene til stede, kan vi se videre på selve regresjonsanalysen.

Aarø (2007, s. 209-210) skriver at en multippel regresjonsanalyse kan si noe om hvor godt de uavhengige variablene forklarer den avhengige variabelen, samt hvor sterkt hver enkelt av de uavhengige variablene forklarer den avhengige variabelen. Dette gjør at analysen kan tydeliggjøre hvilke variabler som best forklarer en valgt avhengig variabel. Analysen gir flere ulike verdier. Dette avsnittet blir å redegjøre for de mest sentrale verdiene man får fra en regresjonsanalyse. Analysen viser først en generell oppsummering av analysen. Her er særlig *R square*-verdien (R^2) relevant å se på. Denne verdien går fra null til ett, og sier noe om hvor stor prosentandel av variansen i den avhengige variabelen som blir forklart av de uavhengige variablene (Aarø, 2007, s. 217). En R^2 -verdi på null tilsier at ingen av variablene i analysen forklarer den avhengige variabelen, mens en verdi på ett tilsier at hele den avhengige variabelen blir forklart av de uavhengige variablene i analysen. Cohen et al. (2018, s. 804) betegner *R square* på < 0.1 som dårlig, $0.11-0.3$ som lavt, $0.31-0.50$ som moderat, og >0.5 som sterk. Det er samtidig verdt å nevne at Aarø (2007) viser til et statistisk eksempel hvor *R square* har en verdi på 0.24 , og beskriver dette som en nokså sterk sammenheng tatt i betraktning av eksempelets lave antall uavhengige variabler (s. 216). Hva som tilsvarer en akseptabel *R square*-verdi kan med andre ord diskuteres, og kan avhenge av forskningens kontekst.

Den andre delen av analysen (ANOVA) presenter en signifikanstesting av hvor mye varians modellen har forklart. Her vil en lav *p-verdi* indikere høy signifikans, mens en høy *F-verdi* vil indikere at de uavhengige variablene samlet sett forklarer mye av variansen. Hvis ANOVA-delen av analysen er signifikant, betyr det at de uavhengige variablene forklarer variansen av den avhengige variabelen i den grad at man kan forkaste nullhypotesen om at R^2 er lik null (Aarø, 2007, s. 217). Den tredje delen av analysen viser forklaringsstyrken til de enkelte uavhengige variablene opp mot den avhengige variabelen. Her presenteres det fem ulike typer verdier for hver uavhengige variabel. Det som blir mest sentralt for denne studien er *standardisert beta* (β) og *signifikansnivået* (*p*-verdi). De ulike uavhengige variablene har forskjellige skalaer de måles på. Eksempelvis går ansiennitetsvariabelen fra 1-60, mens kjønn går fra ett til to. Derfor vil de ustandardiserte koeffisientene være av mindre interesse i analysen. Standardisert beta viser i hvor stor grad den uavhengige variabelen predikerer den avhengige variabelen, justert i forhold til de andre uavhengige variablene som er tatt med i

analysen (Aarø, 2007, s. 217). Som nevnt blir det også gitt en p-verdi for hver uavhengig variabel. Denne verdien avgjør om nullhypotesen for hver uavhengige variabel må aksepteres, eller om den kan forkastes.

For å besvare forskningsspørsmålet «I hvilken grad er det sammenheng mellom lærernes bakgrunn og deres undervisning i klasserommet?», ble det gjennomført tre separate regresjonsanalyser hvor hver adferdsvariabel sto som avhengig variabel. De uavhengige variablene som ble benyttet i alle de tre analysene var (1) kjønn, (2) utdanning, (3) studiepoeng og (4) ansiennitet. Analysen vil belyse om noen av de valgte variablene har betydning for den rapporterte atferden, samt i hvilken grad det eventuelt kan sies å ha betydning. I likhet med overnevnte forskningsspørsmål besvares forskningsspørsmålet «i hvilken grad er det sammenheng mellom lærernes bakgrunn, syn på fag og undervisning, og deres rapporterte undervisningspraksis, kontrollert for opplevde hindringer i arbeidet?» ved en multipl lineær regresjonsanalyse med de tre adferdsvariablene som avhengige variabler. Til forskjell fra forrige analyse, ble det her gjennomført en sekvensiell regresjonsanalyse, som beskrevet i Tabachnick og Fidell (2013, s. 175). I den sekvensielle regresjonsanalysen blir uavhengige variabler lagt til i bolker. Den første modellen består av de uavhengige variablene (1) kjønn, (2) utdanning, (3) studiepoeng og (4) ansiennitet. Den andre modellen har de foregående variablene, i tillegg til (5) syn på elevers læringspotensial og (6) syn på undervisning. Den tredje og siste modellen inkluderer, i tillegg til de foregående variablene, (7) utfordring. Analysen vil kunne gi et bedre bilde på sammenhengen mellom lærerens syn på elevers læringspotensial, samt syn på undervisning opp mot lærers rapporterte adferd i klasserommet enn en enkel korrelasjonsanalyse som tidligere er gjort. I tillegg kan en slik regresjonsanalyse tydeliggjøre de faktorer eller variabler som kan vise seg å forklare adferdsvariablene. Avslutningsvis vil en sammenligning mellom regresjonsanalysene kunne vise hvilken påvirkning de variablene som ble lagt inn har hatt på modellen.

3.7 Validitet og reliabilitet

I dette delkapittelet vil studiens kvalitet drøftes gjennom et nærmere blikk på studiens reliabilitet og validitet.

3.7.1 Validitet

Ifølge Shadish et al. (2002) omhandler begrepet validitet i hvilken grad en slutning kan betegnes som sann. Enhver slutning som relevant forskning og kunnskap støtter som sann

eller gyldig, kan sies å være valid (s. 33). Denne studiens validitet vil redegjøres for ved å se nærmere på fire ulike typer validitet, fremhevet av Shadish et al. (2002).

Statistisk konklusjonsvaliditet

Statistisk konklusjonsvaliditet (statistical conclusion validity) handler om i hvilken grad valgte statistiske metoder er passende for å vurdere eventuelle samvariasjoner mellom uavhengige og avhengige variabler (Shadish et al., 2002, s. 37-38). Shadish et al. (2002) forklarer at innen statistisk konklusjonsvaliditet er det to statistiske slutninger som er nært tilknyttet. Den første slutningen er om den antatte årsaken og effekten samvarierer. Her kan man feilaktig konkludere med at årsak og effekt samvarierer når de ikke gjør det, kjent som en type I-feil, eller på motsatt side konkludere med at de ikke samvarierer når de gjør det, kjent som en type II-feil (s. 42). Med andre ord vil en feilaktig avvisning av nullhypotesen resultere i en type I-feil, mens en feilaktig bekreftelse av nullhypotesen vil føre til en type II-feil. Det er måling av signifikansnivået som gir indikasjoner på om nullhypotesen kan forkastes. Det er vanlig å sette grensen for signifikans nivå på $p < .05$ (Cohen et al., 2018, s. 739-740), og er grensen studien vil forholde seg til. Den andre statistiske slutningen handler ifølge Shadish et al. (2002, s. 42) om i hvor stor grad årsak og effekt samvarierer. Her kan man over- eller undervurdere både i hvilken grad variablene samvarierer, i tillegg til i hvilken grad en kan stole på samvariasjonen.

Den statistiske konklusjonsvaliditeten kan også styrkes ved å unngå en *lav statistisk styrke*, som refererer til en studies faktiske evne til å finne samvariasjoner mellom avhengige og uavhengige variabler. En av måtene å unngå lav statistisk styrke på er å benytte et større antall respondenter (Shadish et al., 2002, s. 45-47). Dette har denne studien lagt vekt på, og den statistiske styrke har blitt ivarettatt ved å oppnå minst 150 respondenter. Studiens 187 respondenter er i tråd med hva Fowler (2009) anser som en adekvat mengde respondenter. Etter å ha nådd 150-200 respondenter er det begrenset hvor mye mer nøyaktighet en kan oppnå i resultatene ved å anskaffe flere respondenter (s. 41-45). Fowler (2009) forklarer at en respondentmengde på 150 personer beskriver en populasjon på 15 millioner med mer eller mindre samme nøyaktighet som en populasjon på 15 000, gitt at en innhenter respondenter på likt vis (s. 44). Som et eksempel på at denne studien utvalgsstørrelse ikke er problematisk, kan vi vise til den utvalgsbaserte forutsetningen for regresjonsanalyser. Tabachnick og Fidell (2013, s. 123) forklarer at en enkel tommelfingerregel består av regnestykket $N \geq 50 + 8m$, hvor m representerer antallet uavhengige variabler i analysen. Regnestykket viser at denne

studien utvalgsstørrelse (N=187) er tilstrekkelig for å benytte et langt større antall uavhengige variabler enn hva som faktiske brukes.

Intern validitet

Intern validitet refererer til om en kan vise til et kausalt forhold ved en eventuell samvariasjon mellom to variabler A og B. For å kunne si noe om kausalitet må en, i tillegg til å vise en samvariasjon mellom A og B, kunne vise at A finner sted før B (Shadish et al., 2002, s. 53). Cohen et al. (2018, s. 354) påpeker at tverrsnittstudier ikke tillater analyser av kausale forhold. Det vil derfor være vanskelig for denne studien å stadfeste årsakssammenhenger. Som et enkelt eksempel kan det være hypotetisk mulig gjennom denne studien å vise til en korrelasjon mellom matematikklæreres år i yrket og deres bruk av utforskende undervisningsaktiviteter. Det vil likevel ikke være mulig å fastslå at en lærers bruk av utforskende undervisningsaktiviteter *avhenger* av hvor lenge en har jobbet i yrket.

Selv om studiens design er en trussel mot den interne validiteten i seg selv, er det andre forhold som kan være verdt å nevne. Shadish et al. (2002, s. 55) nevner seleksjonsbias som en potensiell trussel for intern validitet. Fowler (2009) forklarer at eventuelle forskjeller mellom de som deltar i studien, og de som ikke kan eller vil, kan påvirke resultatene fra en spørreundersøkelse (s. 13-14). Seleksjonsbias kan være særlig relevant å drøfte i denne tverrsnittstudien, ettersom deltakelse var frivillig. Som vist i respondentkategoriseringen (tabell 2) er det en relativt god spredning blant respondentene i henhold til de gitte faktaopplysningene, foruten kjønn. Ettersom denne studien ble gjennomført uten noen direkte kontakt med respondentene, er det likevel ikke mulig å gi noen videre informasjon om *hvilke* lærere som valgte å besvare spørreskjemaet. Det kan tenkes at motiverte og engasjerte lærere har hatt en større tendens til å delta, eller at lærere som har et negativt perspektiv rundt tematikken utforskende undervisning har valgt å ikke delta. Selv om det ikke har vært mulig å kontrollere hvem som deltok i studien, har det blitt forsøkt å unngå seleksjonsbias ved å oppnå en så stor mengde respondenter som mulig. Det ble kontaktet så mange skoler som tid og kapasitet tillot, og det ble også sendt ut en vennlig påminnelse til alle skoleadministrasjoner som takket ja til å delta.

Begrepsvaliditet

For å gjøre abstrakte begreper om til noe observerbart, er en operasjonalisering av begrepet nødvendig for å etablere *begrepsvaliditet* (construct validity) (Cohen et al., 2018, s. 256). Begrepsvaliditet handler om at en har undersøkt det en faktisk hadde som mål å undersøke

(Shadish et al., 2002, s. 64-65). Blant truslene for begrepsvaliditeten nevner Shadish et al. (2002, s. 64-65) blant annet manglende eller utilstrekkelig forklaring av begreper. Som nevnt i kapittel 3.4.1 er studiens spørreskjema satt sammen av tidligere validerte spørsmål, men majoriteten av spørsmålene er likevel omformulert eller egenformulert basert på teori. At studien har delvis egenproduserte måleinstrumenter, kan ha preget begrepsvaliditeten. En benyttelse av tidligere validerte måleinstrumenter er noe som ifølge Gleiss og Sæther (2021, s. 205) kan styrke begrepsvaliditeten. Samtidig er konseptualiseringen av studiens sentrale begreper (se kapittel 2.5) et forsøk på å ivareta begrepsvaliditeten. Det kan diskuteres i hvilken grad disse begrepsavklaringene anses som adekvate, men det har likevel vært en målsetting å gi tydelige og spesifiserte beskrivelser av begrepsdefinisjoner grunnet i etablert teori.

Konvergent validitet er et relevant element av begrepsvaliditet, og vises ved at flere elementer av et begrep sammenfaller, de konvergerer. Flere faktorer som burde være tilknyttet hverandre vises gjennom indikatorer at de faktisk er det. Det er vanlig å vise dette gjennom en faktoranalyse (Cohen et al., 2018, s. 257-258). I tillegg til at begrepsvaliditeten har blitt forsøkt ivaretatt gjennom studiens konseptuelle rammeverk, har også de ulike spørsmålene knyttet til studiens begreper vist seg å konvergere til diverse forventede samlevariabler gjennom faktoranalysen (se kapittel 3.5).

Studiens design er grunnlagt i at respondentene selvrapporterer, som også kan ha påvirkninger på begrepsvaliditeten. Det er viktig at hver enkelt respondent har lik oppfatning og forståelse av innholdet i spørreskjemaet. Dette understreker viktigheten av at spørsmålsformuleringene og operasjonaliseringene er konsise. I tillegg påpeker Cohen et al. (2018, s. 337) at selvrapportering kan føre til at respondenter underrapporterer sosialt uønskede svar, eller overrapporterer sosialt ønskede svar. I og med at utforskende undervisning har blitt tydeliggjort i gjeldende læreplan (Kunnskapsdepartementet, 2019), og at enkelte skoler kan ha lagt vekt på slik undervisning, kan det tenkes at noen respondenter besvarer spørreskjemaet i henhold til hvordan de opplever at undervisningen deres burde være, og ikke slik den praktiseres. Videre så viser Ross et al. (2003, s. 345-346) at det kan være en dissonans mellom hva lærere rapporterer at de gjør i klasserommet, og hva de faktisk gjør. Formuleringen av studiens problemstilling og forskningsspørsmål vektlegger derfor at det er lærernes egne perspektiver som undersøkes, og ikke den faktiske undervisningspraksisen. Tolkninger av studiens funn gjøres derfor med varsomhet, og det er viktig å understreke at alle eventuelle funn tar forbehold om at studiens data tar utgangspunkt i lærerperspektivet.

Ekstern validitet

Den *eksterne validiteten* handler om i hvilken grad en kan overføre slutninger eller resultater av et utvalg respondenter over til den generelle populasjonen eller andre kontekster, også kjent som generalisering (Cohen et al., 2018, s. 248; Shadish et al., 2002, s. 83). Ved at studien har som tidligere nevnt benyttet et sannsynlighetsutvalg. Dette innebærer at alle enheter innenfor den gitte populasjonen har lik sannsynlighet for å bli valgt (Gleiss & Sæther, 2021, s. 38). At det har blitt gjennomført et sannsynlighetsutvalg ved bruk av tilfeldig uttrekning av hvilke skoler som har blitt kontaktet, vil det slik Shadish et al. (2002, s. 84) skriver, være mulig å trekke generaliseringer fra utvalget til resten av den gitte populasjonen.

Det har ikke lyktes å finne datamateriale om spesifikt matematikklærere i den norske grunnskolen. Dette skyldes antakeligvis at norske grunnskolelærere har ulike kombinasjoner av undervisningsfag, og at ingen derfor ansettes som rene matematikklærere. Statistikkbanken til Statistisk sentralbyrå (2022), gjerne forkortet som SSB, gir likevel en oversikt over kjønn- og aldersfordeling blant lærere generelt i grunnskolen. Ved å sammenligne data fra SSB om alle lærere i grunnskolen, og denne studiens data om spesifikt matematikklærere (se tabell 2), kan en se at tallene samsvarer godt. Oversikten fra SSB viser at 25,6 prosent av alle lærere i grunnskolen er menn, mens 74,4 prosent er kvinner. Kjønnfordelingen blant studiens respondenter, ca. 27 prosent menn og 73 prosent kvinner, er altså representativt for den generelle lærerbestanden. Den aldersmessige fordelingen til SSB benytter en annen kategorisk fordeling enn studien. Tallene er likevel sammenlignbare. Fordelingen av generelle lærere som er 40 år og yngre er på ca. 49 prosent, 41-49 år på ca. 22 prosent, og lærere som er 50 år eller eldre er på ca. 29 prosent. Studiens fordeling av matematikklærere viser at andelen som er 40 år eller yngre ligger på ca. 45 prosent, fra 41-50 år ligger på 32 prosent, og studiens matematikklærere som er over 50 år representerer ca. 22 prosent. Dette forstås som indikasjoner på at studiens respondenter representerer den større populasjonen av matematikklærere. Det er viktig å påpeke at selv om skolene som takket ja til deltakelse forstås som godt geografiske spredt, er det ikke mulig å si noe om den geografiske spredningen til de faktiske respondentene. Det er teoretisk mulig at enkelte skoler er overrepresentert, selv om datamaterialet ikke gir noen oversikt over dette. Det har likevel blitt gjort et forsøk på å unngå dette ved å sende ut en vennlig påminnelse til alle de aktuelle skoleadministrasjonene.

3.7.2 Reliabilitet

Cohen et al. (2018, s. 245) forklarer at forskningens reliabilitet er en forutsetning for validiteten. Det er hovedsakelig tre typer reliabilitet innen studier som leter etter trender, mønstre og forutsigbarhet: *stabilitet*, *ekvivalens* og *intern konsistens* (Cohen et al., 2018, s. 268).

En surveystudies reliabilitet i form av **stabilitet** handler om at det ikke har forekommet utslagsgivende endringer i løpet av testperioden. Dette gjelder hovedsakelig ved bruk av en før- og ettertest, men det kan også være gjeldende ved bruk av én enkelt test som gjennomføres av ulike respondenter over en tidsperiode (Cohen et al., 2018, s. 268). Denne studien har ikke gjennomført før- og ettertester av de samme respondentene for å vurdere om de svarte identisk. Det ble vurdert som en utfordrende å gjennomføre, med tanke på at det ikke har vært noen direkte kontakt med respondentene, og at det dermed ikke eksisterer noen oversikt over hvem som eventuelt skulle gjennomført en ettertest. Respondentene fikk tilgang til spørreskjemaet på ulike tidspunkt innen tidsrommet 08. desember 2022 – 08. februar 2023. Det har likevel blitt vurdert til at tidsperioden ikke var for lang, og at det ikke har forekommet større endringer innenfor lærerprofesjonen i løpet av tidsperioden. Det forstås derfor som at både første og siste respondent skal ha hatt likt utgangspunkt for å gjennomføre et helt identisk spørreskjema. Reliabilitet i form av **ekvivalens** kan oppnås gjennom det Cohen et al. (2018) omtaler som «inter-rater reliability». Dette begrepet handler i korte trekk om at flere ulike observatører tolker data, og at alle observatørene kommer til samme konklusjon (s. 269). Dette har studien oppnådd ved at den er forfattet av to studenter, i tillegg til at veileder har vært delaktig i vurderingen av datamaterialet. Det har vært en stor grad av enighet i tolkningen av datamaterialet. Reliabilitet som **intern konsistens** kan vurderes ved å undersøke Cronbachs alpha-score, som gir en oversikt over i hvilken grad hvert spørsmål korrelerer med alle andre relaterte spørsmål. For en nærmere drøfting av Cronbachs alpha og spørreskjemaet relaterte resultater, se kapittel 3.5. Samlet sett forstås denne studiens reliabilitet til å være ivaretatt så godt som det er mulig, tatt avhandlingens rammer i betraktning.

3.8 Etikk

Denne studiens etiske betraktninger tar utgangspunkt i tre sentrale forskningsetiske prinsipper som beskrevet av Gleiss og Sæther (2021): *informert samtykke*, *konfidensialitet* og *anonymisering*, og *unngå negative konsekvenser for deltakerne*.

Gleiss og Sæther (2021) beskriver *informert samtykke* som et grunnprinsipp i all forskning. Ethvert samtykke skal blant annet være frivilling, informert og utvetydig. I tillegg skal enhver forespurt deltaker kunne velge å si ja eller nei til å delta uten at det resulterer i noen negative konsekvenser for dem (s. 44). Cohen et al. (2018, s. 145-146) påpeker at informert samtykke kan være utfordrende å overholde ved digital forskning, ettersom forskere ikke nødvendigvis møter de som deltar i studien.

Dette har vært en utfordring i denne studien, ettersom det ikke eksisterer noen direkte kontakt med respondentene eller en oversikt om hvem som egentlig har besvart spørreskjemaet.

Informert samtykket har likevel blitt forsøkt ivaretatt ved at det var vedlagt et informasjonsskriv (se vedlegg 2) i e-posten som respondentene mottok. I dette informasjonsskrivet ble det understreket at det var frivillig for lærerne å delta, i tillegg til at enhver deltakelse representerte et samtykke til at studien kunne benytte besvarelsene. Gleiss og Sæther (2021) forklarer at bruk av portvakter (se kapittel 3.2.1) kan påvirke hvilke deltakere som rekrutteres, eksempelvis ved å legge direkte eller indirekte press på deltakerne til å delta, og dermed komme i konflikt med prinsippet om informert samtykke (s. 41-42).

Denne trusselen for informert samtykke ble forsøkt hindret ved at det overnevnte informasjonsskrivet presiserte at spørreundersøkelsen at hverken vi som forskere eller respondentens skoleledelse hadde noen opplysninger om hvem som har besvart spørreskjemaet.

Redegjørelsen ovenfor forstås som en overholdelse av den neste forskningsetiske prinsippet, *konfidensialitet og anonymisering*. Konfidensialitet handler ifølge Gleiss og Sæther (2021) om å ikke avsløre informasjon om personlige forhold som deltakerne har gitt, ved både å begrense tilgangen til datamaterialet og å anonymisere deltakerne i studien. Anonymisering handler om at det ikke skal være mulig å spore informasjon tilbake til spesifikke deltakere (s. 45). Anonymitet blir ivaretatt av løsningene til nettskjema.no, ved at studien kun mottar et datasett med verdier og variabler, uten mulighet til å spore dette. Gjennomføringen av studien har i tillegg blitt vurdert av NSD (se vedlegg 1) til å overholde respondentenes konfidensialitet og anonymitet, og at det ikke var behov for noen videre oppfølging fra dem. Vektleggingen av de to første forskningsetiske prinsippene forstås som en helhetlig imøtekommelse av de siste forskningsetiske prinsippet om å *unngå negative konsekvenser for deltakerne*. Med hensyn til ivaretagelsen av anonymiteten til deltakerne, oppleves det særs vanskelig å identifisere noen potensielle negative konsekvenser for den enkelte deltaker.

4 Resultater

Følgende kapittel vil gi en oversikt av resultatene fra den gjennomførte surveyundersøkelsen, basert på de aktuelle analyseprosedyrene som presentert i kapittel 3.6.

4.1 I hvilken grad matematikklærere mener de bedriver utforskende undervisning

Tabell 7: Deskriptiv statistikk for samlevariablene *utforskende kommunikasjon* (UK), *utforskende undervisningsaktiviteter* (UA) og *tradisjonelle undervisningsaktiviteter* (TA)

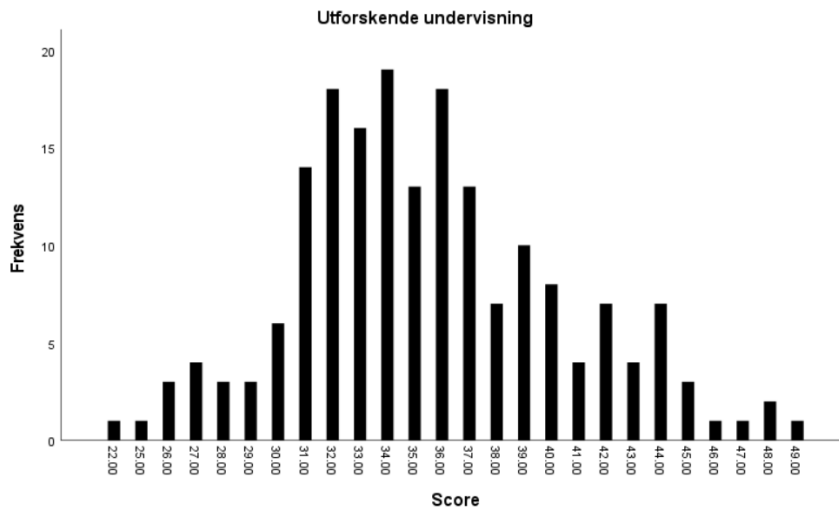
| | N | Min | Maks | Gjennomsnitt | Median | Standardavvik | Varians | Konf.intervall (95%) | Kvartil score | | |
|--------|-----|-----|------|--------------|--------|---------------|---------|-------------------------|---------------|----|----|
| | | | | | | | | | 25 | 50 | 75 |
| UK | 187 | 5 | 12 | 8.90 | 9 | 1.91 | 3.64 | [8.63, 9.18] | 7 | 9 | 10 |
| UA | 187 | 9 | 23 | 14.43 | 14 | 2.80 | 7.85 | [14.02, 14.84] | 12 | 14 | 16 |
| TA | 187 | 5 | 19 | 12.17 | 12 | 2.62 | 6.85 | [11.79, 12.54] | 11 | 12 | 14 |
| Samlet | 187 | 22 | 49 | 35.5 | 35 | 4.92 | 24.18 | [34.79, 36.21] | 32 | 35 | 39 |

De tre samlevariablene inneholder et ulikt antall spørsmål, og det er derfor forskjeller med hensyn til minste og største mulige score. Det var et alternativ å standardisere variablene, men det ble vurdert som hensiktsmessig å beholde de opprinnelige skalaene ettersom de er enklere å tolke. Samlevariabelen *utforskende kommunikasjon* (UK) har en minste og største score på 3 og 12 poeng, *utforskende undervisningsaktiviteter* (UA) har 6 og 24 poeng, og *tradisjonelle matematikkaktiviteter* (TA) har 5 og 20 poeng. Ettersom alle spørsmålene benytter seg av en firepunkts Likert-skala, kan det være hensiktsmessig å presentere forholdet mellom gjennomsnittscore, og gjennomsnittsscore per spørsmål for de tre variablene. Dette tar utgangspunkt i at med et poengspenn på 1-4, vil 2.5 poeng forstås som et midtpunkt. Tabell 7 viser at samlevariabelen UK har en gjennomsnittsscore på 8.90, med et standardavvik på 1.91. Respondentene scoret i snitt 2.96 av 4 per spørsmål. UA har en gjennomsnittsscore på 14.43 med et standardavvik på 2.80, og snittscore per spørsmål var på 2.41 av 4. TA har en gjennomsnittsscore på 12.17 med et standardavvik på 2.62, og snittscore per spørsmål var på 2.43 av 4.

Tabell 7 viser også de samlede resultatene når alle de tre samlevariablene har blitt transformert til én stor samlevariabel. Ettersom samlevariabelen TA er snudd, og dermed

indikerer fraværet av tradisjonelle aktiviteter, kan en se på gjennomsnittet for alle de tre variablene totalt for å vurdere i hvilken grad utforskende undervisning gjør seg gjeldende i respondentenes undervisning. Figur 1 nedenfor gir en enkel oversikt over respondentenes samlede score når alle de tre samlevariablene er satt sammen til én variabel:

Figur 1



Resultatet fra adferdsspørsmålene viser at for alle samlevariablene i lag, er medianen er på 35 poeng, og gjennomsnittet blant respondentene ligger på 35.5 poeng. Den kvartile scoren viser også at 75% av respondentene har 32 poeng eller mer, og i snitt scorer respondentene 2.54 av 4 poeng per spørsmål. Som figur 1 viser at resultatene er nokså normalfordelte. Majoriteten av respondentene legger seg en plass i midten, og det er med andre ord få respondenter som ligger ved ytterpunktene når det gjelder bruken av utforskende undervisning. Både tabell 7 og figur 1 viser at laveste totale score som er rapportert blant respondentene er på 22 av 56 poeng, mens høyeste rapporterte score er på 49 av 56 poeng.

4.2 Sammenhengen mellom lærernes bakgrunn og deres matematikkundervisning

En multippel regresjonsanalyse ble brukt for å teste om lærernes bakgrunn predikerte matematikkundervisningen deres på et signifikant nivå. Her ble de avhengige variablene *kommunikasjon* (UK), *utforskende undervisningsaktiviteter* (UA) og *tradisjonelle undervisningsaktiviteter* (TA) testet hver for seg, opp mot de uavhengige bakgrunnsvariablene *ansiennitet*, *studiepoeng*, *kjønn* og *utdanning*.

Utforskende kommunikasjon

Resultatene fra multipel regresjonsanalyse indikerte at de fire uavhengige variablene predikerte 9,6% av variansen til den avhengige variabelen UK ($R^2=.096$), som kan beskrives som noe lavt. ANOVA viser at resultatet var signifikant, $F(4, 182) = 4.842$, $p<.001$.

Tabell 8: *Utforskende kommunikasjon*

| | Coefficients | | | | |
|--------------------|-----------------------------|---------------|---------------------------|--------------|-----------------|
| | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | | |
| | B | standardavvik | Beta | t | Sig. |
| (Constant) | 6.996 | 0.798 | | 8.767 | <.001 |
| Kjønn | 0.735 | 0.303 | 0.172 | 2.424 | 0.016 |
| Utdanning | -0.089 | 0.137 | -0.050 | -0.653 | 0.515 |
| Studiepoeng | 0.014 | 0.004 | 0.285 | 3.698 | <.001 |
| Ansiennitet | 0.009 | 0.014 | 0.043 | 0.598 | 0.551 |

Tabell 8 viser resultatene fra regresjonsanalysen. Det første en kan trekke frem fra tabellen er at respondentenes utdanningsløp ($\beta = -.050$, $p<.515$) og ansiennitet ($\beta = .043$, $p<.551$) ikke har noen sammenheng med deres rapporterte bruk utforskende kommunikasjon.

Nullhypotesen kan med andre ord ikke forkastes for disse uavhengige variablene. De to andre uavhengige variablene var statistisk signifikant, og nullhypotesen kan forkastes. Disse variablene predikerer respondentenes rapporterte bruk av utforskende kommunikasjon i ulik grad. Særlig studiepoeng i matematikk ($\beta = .285$, $p<.001$) ser ut til å være utslagsgivende. Kjønn ($\beta = .172$, $p<.016$) påvirker kommunikasjonen moderat, hvor kvinner ser ut til å bedrive utforskende kommunikasjon i større grad.

Utforskende undervisningsaktiviteter

De fire uavhengige variablene predikerte 21,3% av variansen til den avhengige variabelen UA ($R^2=.213$). Resultatet var statistisk signifikant, $F(4, 182) = 12.332$, $p<.001$.

Tabell 9: *Utforskende undervisningsaktiviteter*

| | Coefficients | | | | |
|--------------------|-----------------------------|---------------|---------------------------|--------------|-----------------|
| | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | | |
| | B | Standardavvik | Beta | t | Sig. |
| (Constant) | 10.080 | 1.094 | | 9.216 | <.001 |
| Kjønn | 0.628 | 0.416 | 0.100 | 1.511 | 0.133 |
| Utdanning | 0.148 | 0.187 | 0.057 | 0.792 | 0.429 |
| Studiepoeng | 0.027 | 0.005 | 0.396 | 5.134 | <.001 |
| Ansiennitet | 0.068 | 0.020 | 0.230 | 3.455 | <.001 |

Tabell 9 viser at de to uavhengige variablene kjønn ($\beta = .100$, $p=.133$) og utdanning ($\beta = .057$, $p=.429$) støtter nullhypotesen om at det ikke er noen sammenheng mellom de og respondentenes rapporterte bruk utforskende undervisningsaktiviteter. Både studiepoeng ($\beta = .396$, $p<.001$) og ansiennitet ($\beta = .230$, $p<.001$) kan beskrives som statistisk signifikant, og nullhypotesen kan forkastes for disse variablene. Effektstørrelsen indikerer at både studiepoeng og ansiennitet har en sammenheng med i hvilken grad matematikklærer benytter utforskende undervisningsaktiviteter.

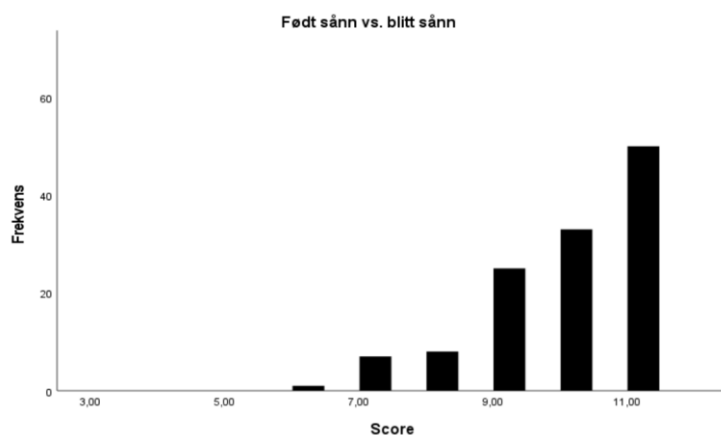
Tradisjonelle undervisningsaktiviteter

De fire uavhengige variablene predikerte 0,9% av variansen til den avhengige variabelen TA ($R^2=.009$). Resultatet var ikke signifikant, $F(4, 182) = 0.404$, $p=.806$. De påfølgende resultatene for hver enkelte uavhengige variabel viser at ingen av variablene har akseptabelt signifikansnivå eller Beta-verdier. Det ser med andre ord ikke ut til å være noen sammenheng mellom matematikklærernes bakgrunn og deres rapporterte benyttelse av tradisjonelle undervisningsaktiviteter.

4.3 Sammenhengen mellom læreres syn på undervisning og læring, og deres undervisningspraksis

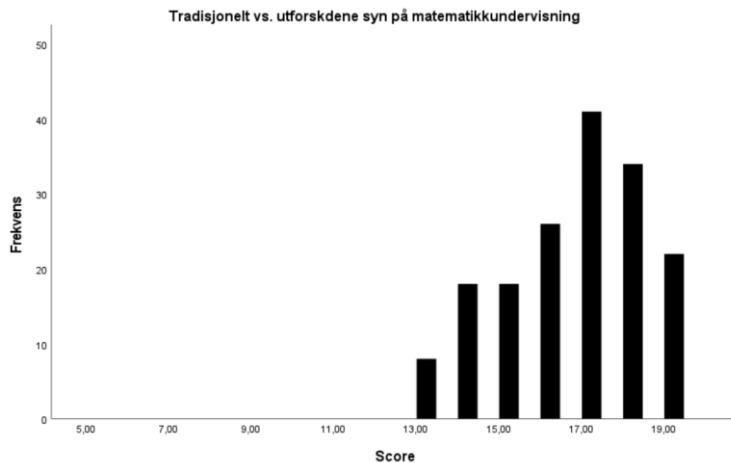
Læreres syn på undervisning og matematikkfaget fremstilles i figur 2 og figur 3. Tabell 10 viser i hvilken grad hver enkelt av de tre variablene *utforskende kommunikasjon* (UK), *utforskende undervisningsaktiviteter* (UA) og *tradisjonelle undervisningsaktiviteter* (TA), korrelerer med variablene *født sånn vs. blitt sånn* (FB) og *tradisjonell undervisning vs. utforskende undervisning* (TU).

Figur 2



Holdningsvariabelen FB inneholdt tre spørsmål, noe som medfører at respondentene kunne oppnå en score mellom 3 og 12. Det gjør at et tenkt midtpunkt på variabelen FB er 7,5. Figur 2 viser at respondentene i stor grad svarte at de ser på matematisk læringspotensial som noe man tilegner seg.

Figur 3



Holdningsvariabelen TU var sammensatt av fem spørsmål. Dette gjør at respondentene kunne oppnå en score på TU mellom 5 og 20, med et tenkt midtpunkt på 12,5. Figur 3 viser at samtlige respondenter svarer over dette midtpunktet, hvor en majoritet oppnår en betydelig score enn midtpunktet. Det vil si at majoriteten av respondentene i all hovedsak har et utforskende syn på matematikkundervisning.

Tabell 10: Korrelasjon mellom læreres holdninger og adferd

| | Adferdsvariabler | | |
|---------------------|------------------|--------|--------|
| | UK | UA | TA |
| Syn på faget | .334** | .265** | .140 |
| Syn på undervisning | .379** | .345** | .275** |

** . Korrelasjonen er signifikant ved 0.01 nivå (2-tailed).

Tabell 10 presenterer en kolonne for hver adferdsvariabel. Først er UK hvor det blir vist en signifikant korrelasjon mellom UK og FB ($r = .334, p < .001$). Nullhypotesen kan forkastes, og det viser at det er en sammenheng mellom respondentenes rapporterte grad av utforskende kommunikasjon, og deres syn på om matematiske ferdigheter er en medfødt eller tilegnet egenskap. Videre er korrelasjonen mellom UK og TU også statistisk signifikant ($r = .379, p < .001$). Nullhypotesen kan altså forkastes, og det viser at det er en sammenheng mellom respondentenes utforskende kommunikasjon, og om deres syn på matematikkundervisning

beveger seg i utforskende eller tradisjonell retning. Videre kommer det frem av tabellen at det er en positiv korrelasjon mellom både UA og FB ($r = .265, p < .001$), og mellom UA og TU ($r = .345, p < .001$). Korrelasjonene er dermed signifikant, og nullhypotesen kan forkastes. Det er verdt å nevne at UA og TU har en større korrelasjon enn UA og FB, selv om begge er signifikante.

Til slutt har vi forholdet mellom variablene TA, FB og TU. Her er det kun korrelasjonen mellom TA og TU er statistisk signifikant ($r = .275, p < .001$). Nullhypotesen kan forkastes for disse to variablene, og korrelasjonen er positiv. FB og TA er ikke signifikant ($r = .140, p = .06$) er ikke signifikant, og nullhypotesen kan ikke forkastes. Det kommer tydelig frem gjennom analysene at samlevARIABLEN TA er den adferdsvariabelen som har svakest korrelasjon med holdningsvariablene FB og TU.

4.4 Sammenhengen mellom lærernes bakgrunn og deres undervisningspraksis, kontrollert for syn på fag, samt opplevde hindringer i arbeidet

Tabell 12 til 14 viser resultatene av regresjonsanalyser med hver av de tre adferdsvariablene *utforskende kommunikasjon* (UK), *utforskende undervisningsaktiviteter* (UA) og *tradisjonelle undervisningsaktiviteter* (TA) som avhengige variabler. De uavhengige variablene er *kjønn*, *utdanning*, *studiepoeng*, *ansiennitet*, *født sånn vs. blitt sånn* (FB), *tradisjonell undervisning vs. utforskende undervisning* (TU) og *hindringer* (H). Tabell 10 gir en oversikt over svarfordelingen (i prosent) på tre spørsmålene innen samlevARIABLEN H. Regresjonsanalysene viser tre ulike modeller hvor flere uavhengige variabler blir lagt til for hver modell. Modell 1 inneholder kun bakgrunnsvariablene som uavhengige variabler, slik som i de tidligere regresjonsanalysene. Modell 2 har i tillegg lagt til de to holdningsvariablene, og til slutt har modell 3 også den uavhengige variabelen «hindringer» inkludert.

Tabell 11: Svarfordeling innen hindringsspørsmål målt i prosent

| | Svært uenig | Litt uenig | Litt enig | Svært enig |
|--|-------------|------------|-----------|------------|
| Jeg er redd for at elevene/studentene vil bli dårligere forberedt til prøve/eksamen hvis vi bruker tid på utforskende aktiviteter (H1) | 42.8% | 38% | 16% | 3.2% |
| Jeg føler meg trygg på å bruke utforskende aktiviteter i matematikkundervisningen (H2) | 2.7% | 15.5% | 51.9% | 29.9% |
| Jeg kjenner til prinsippene for utforskende undervisning (H3) | 2.1% | 5.3% | 47.1% | 45.5% |

Tabell 11 illustrerer at nesten halvparten av respondentene er svært enige i at de kjenner til prinsippene for utforskende undervisning, og at nesten en tredel er svært enige i at de føler seg trygg på å benytte utforskende aktiviteter i undervisningen. I tillegg viser tabellen at over 40% av respondentene *ikke* er bekymret for at bruk av utforskende undervisning vil gjøre elevene deres dårligere forberedt til prøver/eksamen. Forklart på en annen måte kan en si at respondentene i snitt havner mellom svaralternativene «svært uenig» og «litt uenig» for den første påstanden, mens de i snitt havner mellom «litt enig» og «svært enig» for de to siste påstandene. Merk at slik som det ble forklart i kapittel 3.5, så er den første påstanden snudd når den benyttes i samlevariabelen H, slik at alle de tre variablene peker i samme retning. Det vil si at en høy score innen «hindringer» representerer et *fravær* av opplevde hindringer.

Utforskende kommunikasjon

Modelloppsummeringen og ANOVA av regresjonsanalysen med utforskende kommunikasjon (UK) som avhengig variabel viser at modell 1 forklarer 9,6% av variansen ($R^2 = .096$), hvor resultatet var signifikant, $F(4, 177) = 4.630$, $p < .001$. Modell 2 forklarer 22,1% av variansen ($R^2 = .221$), hvor resultatet var signifikant, $F(6, 175) = 8.262$, $p < .001$. Modell 3 forklarer 31,7% av variansen ($R^2 = .317$), hvor resultatet var signifikant, $F(7, 174) = 11.557$, $p < .001$. Endringene i F-verdi fra modell 1 til 3 var også signifikant. Modell 3 ble derfor benyttet videre.

Tabell 12: *Utforskende kommunikasjon*

| | | Coefficients | | | | |
|-------|--------------------|-----------------------------|---------------|---------------------------|--------------|-----------------|
| | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | | |
| Model | | B | Standardavvik | Beta | t | Sig. |
| | (Constant) | 0.006 | 1.339 | | 0.005 | 0.996 |
| | Kjønn | 0.177 | 0.285 | 0.041 | 0.619 | 0.537 |
| | Utdanning | 0.015 | 0.123 | 0.008 | 0.119 | 0.905 |
| 3 | Studiepoeng | 0.007 | 0.004 | 0.142 | 1.972 | 0.050 |
| | Ansiennitet | -0.001 | 0.013 | -0.003 | -0.049 | 0.961 |
| | FB | 0.161 | 0.095 | 0.120 | 1.691 | 0.093 |
| | TU | 0.140 | 0.070 | 0.145 | 1.997 | 0.047 |
| | H | 0.414 | 0.083 | 0.362 | 4.963 | <.001 |

Tabell 12 viser at utdanning ($\beta = .008$, $p = .905$), ansiennitet ($\beta = -.003$, $p = .961$) og FB ($\beta = .120$, $p = .093$) ikke oppnår et akseptabelt signifikansnivå, og har en betydelig dårlig forklaringskraft av den avhengige variabelen. Videre kan en se at den uavhengige variabelen kjønn ($\beta = .041$, $p = .537$) mister sitt signifikansnivå når de tre holdningsvariablene er

inkludert i regresjonsanalysen, og nullhypotesen for disse kan ikke forkastes. Tre uavhengige variabler skiller seg ut som signifikante i alle modellene til regresjonsanalysen hvor de er inkludert. Dette er studiepoeng ($\beta = .142$, $p = .050$), TU ($\beta = .145$, $p = .047$) og H ($\beta = .362$, $p < .001$), og nullhypotesen kan forkastes for disse variablene.

Utforskende undervisningsaktiviteter

Modelloppsummeringen og ANOVA av regresjonsanalysen med utforskende undervisningsaktiviteter (UA) som avhengig variabel viser at modell 1 forklarer 21,3% av variansen ($R^2 = .213$), hvor resultatet var signifikant, $F(4, 177) = 12.332$, $p < .001$. Modell 2 forklarer 29,5% av variansen ($R^2 = .295$), hvor resultatet var signifikant, $F(6, 175) = 12.229$, $p < .001$. Modell 3 forklarer 32,2% av variansen ($R^2 = .322$), hvor resultatet var signifikant, $F(7, 174) = 11.783$, $p < .001$. Endringene i F-verdi fra modell 1 til 3 var også signifikant. Modell 3 ble derfor benyttet videre.

Tabell 13: *Utforskende undervisningsaktiviteter*

| Model | | Coefficients | | | | |
|-------|--------------------|-----------------------------|---------------|---------------------------|--------------|-----------------|
| | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | | |
| | | B | Standardavvik | Beta | t | Sig. |
| 3 | (Constant) | 2.360 | 1.943 | | 1.214 | 0.226 |
| | Kjønn | -0.133 | 0.414 | -0.021 | -0.322 | 0.748 |
| | Utdanning | 0.261 | 0.178 | 0.101 | 1.469 | 0.144 |
| | Studiepoeng | 0.019 | 0.005 | 0.260 | 3.619 | <.001 |
| | Ansiennitet | 0.061 | 0.019 | 0.206 | 3.219 | 0.002 |
| | FB | 0.226 | 0.138 | 0.115 | 1.633 | 0.104 |
| | TU | 0.222 | 0.101 | 0.159 | 2.188 | 0.030 |
| | H | 0.313 | 0.121 | 0.188 | 2.591 | 0.010 |

I tabell 13 kan vi se at som i regresjonsanalysen i tabell 12, er det uavhengige variabler som ikke oppnår et akseptabelt signifikansnivå, og som har en betydelig dårlig forklaringskraft av den avhengige variabelen. Resultatene i modell 3 viser at dette gjelder de uavhengige variablene kjønn ($\beta = -.021$, $p = .748$), utdanning ($\beta = .101$, $p = .144$) og FB ($\beta = .115$, $p = .104$). TU ($\beta = .159$, $p = .030$), studiepoeng ($\beta = .260$, $p < .001$) og ansiennitet ($\beta = .206$, $p = .002$) viser signifikant effekt. Til slutt kan en se at predikatoren H ($\beta = .188$, $p = .010$) som blir lagt til i modell 3 er signifikant, og nullhypotesen kan forkastes.

Tradisjonelle undervisningsaktiviteter

Modelloppsummeringen og ANOVA av regresjonsanalysen med tradisjonelle undervisningsaktiviteter (TA) som avhengig variabel viser at modell 1 forklarer 0,9% av

variansen ($R^2 = .009$), hvor resultatet ikke var signifikant, $F(4, 177) = .380$, $p = .822$. Modell 2 forklarer 8,6% av variansen ($R^2 = .086$), hvor resultatet var signifikant på .05-nivå, $F(6, 175) = 2.730$, $p < .015$. Modell 3 forklarer 10,8% av variansen ($R^2 = .108$), hvor resultatet var signifikant på .05-nivå, $F(7, 174) = 2.999$, $p < .005$. Endringene i F-verdi fra modell 1 til 3 var også signifikant. Modell 3 ble derfor benyttet videre.

Tabell 14: Tradisjonelle undervisningsaktiviteter

| Model | | Coefficients | | | | |
|-------|-------------|-----------------------------|---------------|---------------------------|--------------|--------------|
| | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | | |
| | | B | Standardavvik | Beta | t | Sig. |
| 3 | (Constant) | 4.162 | 2.107 | | 1.975 | 0.050 |
| | Kjønn | -0.433 | 0.449 | -0.072 | -0.964 | 0.336 |
| | Utdanning | 0.225 | 0.193 | 0.092 | 1.166 | 0.245 |
| | Studiepoeng | -0.005 | 0.006 | -0.068 | -0.829 | 0.408 |
| | Ansiennitet | 0.012 | 0.020 | 0.043 | 0.585 | 0.559 |
| | FB | 0.021 | 0.150 | 0.011 | 0.138 | 0.891 |
| | TU | 0.301 | 0.110 | 0.228 | 2.736 | 0.007 |
| | H | 0.272 | 0.131 | 0.173 | 2.075 | 0.039 |

I tabell 14 kommer det frem at av de syv uavhengige variablene, er det kun TU ($\beta = .228$, $p = .007$) og H ($\beta = .173$, $p = .039$) som fremstår som signifikante, og nullhypotesen kan forkastes. De resterende fem variablene har alle et signifikansnivå på minst $p > .240$ i alle de tre modellene, og er med andre ord ikke signifikante.

5 Drøfting

Dette kapittelet vil inneholde en drøfting av resultatene som ble presentert i forrige kapittel. Studiens funn vil videre drøftes i lys av relevant teori og tidligere forskning, og knyttes opp mot studiens problemstilling og forskningsspørsmål. Studiens drøfting vil ta for seg de fire forskningsspørsmålene i hvert sitt delkapittel.

5.1 I hvilken grad matematikklærere mener de bedriver utforskende undervisning

Studiens problemstilling, «i hvilken grad er utforskende undervisning gjeldende i klasserommet i dag, ifølge norske matematikklærere?», og første forskningsspørsmål, «i hvilken grad oppgir et representativt utvalg av matematikklærere at de bedriver utforskende undervisning?», utgjør den mest sentrale delen av studiet. Det er viktig å forstå at studiens funn tolkes med utgangspunkt i studiens konseptualisering av utforskende undervisning og utforskende undervisningsaktiviteter (se kap. 2.5.1 og 2.5.2). Respondentenes rapporterte bruk av utforskende undervisning vurderes ved å se på i hvilken grad bruken av utforskende

kommunikasjon og undervisningsaktiviteter rapporteres, i tillegg til i hvilken grad tradisjonelle undervisningsaktiviteter rapporteres som fraværende fra undervisningen.

Lærere mener selv at de benytter utforskende undervisning

Når det gjelder utforskende kommunikasjon (UK) scorer respondentene 2.96 av 4 poeng i snitt på Likert-skalaen. Dette forteller oss at respondentene i snitt lander på svaralternativet «i flesteparten av timene» innen spørsmålene om tilrettelegging og gjennomføring av utforskende kommunikasjon i sin undervisning. Den rapporterte bruken av utforskende undervisningsaktiviteter (UA) ligger på 2.41 av 4 poeng i snitt, som indikerer at lærerne havner på et tenkt sted mellom svaralternativene «i noen timer» og «i flesteparten av timene». Disse resultatene forstås følgelig som en klar indikasjon på at utforskende undervisning har en tydelig etablert plass i det norske matematiske klasserommet, ifølge lærerne selv. Benyttelsen av utforskende undervisning forstås derfor til å ligge på et *middels* nivå.

Funn av Engeln et al. (2013, s. 828-829), som også baserte seg på selvrapporing fra lærere, indikerte at utforskende undervisning kun er til stede på et helt grunnleggende nivå i Norge, og at Norge var en av landene med lavest rapportert bruk av utforskende undervisning av de landene som deltok i PRIMAS-prosjektet. Innledningsvis i denne avhandlingen ble det også forklart at den norske matematikkundervisningen historisk sett gjerne har blitt beskrevet som lærerstyrt og preget av monotont, repetitivt og individuelt arbeid med oppgaver (se eksempelvis Alseth et al., 2003, s. 115). Matematikklærerne som deltok i denne studien sin oppfatning av egen undervisning samsvarer ikke med denne beskrivelsen av det norske matematiske klasserommet. Basert på lærernes egen oppfatning virker matematikkundervisningen heller å være mer variert enn som så, hvor både tradisjonelle og utforskende undervisningsaktiviteter gjør sitt preg på undervisningen. Resultatene fra tabell 7 viser at utforskende matematikkundervisning generelt sett har en klar plass i undervisningen ifølge lærerne selv, hvor respondentenes totalscore i snitt ligger på 35.5 av 56 poeng. Denne studiens resultater når det gjelder lærernes rapporterte bruk av utforskende undervisning samsvarer i større grad med nyere studier som eksempelvis Klette (2020), som viser til indikasjoner på at blant annet elevsamarbeid og elevdeltakelse har hatt en viss økning i Norge, to konkrete elementer innen utforskende undervisning. Når det gjelder studiens problemstilling, viser konfidensintervallene i tabell 7 at en med 95% sikkerhet kan si at norske matematikklærere i grunnskolen i snitt vil havne innenfor en samlet score fra 34.79 til

36.21. Det kan altså forstås slik at norske grunnskolelærere i matematikk generelt sett har en oppfatning om at de benytter utforskende undervisning i sin praksis.

Tradisjonell undervisning har fortsatt en plass i undervisningen

Alle variablene innen samlevariabelen tradisjonelle undervisningsaktiviteter (TA) har som tidligere nevnt (se kap. 3.5) blitt snudd. Dermed indikerer en høy score et fravær av tradisjonelle undervisningsaktiviteter. Snittscoren innen samlevariabelen TA på 12.17 av 20 mulige poeng fremstår som interessant, og forstås som en indikasjon på at tradisjonelle undervisningsaktiviteter ikke er fullstendig fraværende, men at dette også har en etablert plass i respondentenes undervisning. Enkelt forklart kan også fraværet av tradisjonelle undervisninger beskrives som middels. Det kan med andre ord se ut til at flere av matematikklærerne forstår sin egen undervisning som en slags sammenblanding av både utforskende og tradisjonelle elementer. Det kan være ulike årsaker til at matematikkundervisning foregår som en hybrid av to motstridende matematikdidaktiske teorier. Overordnet sett er det likevel rimelig å anta at en del lærere ikke ser på verken utforskende eller tradisjonell undervisning som en absolutt sannhet. Dette er i tråd med Thompson (1992, s. 135), som understreker at matematikklæreres forståelse og praktisering av matematikkundervisning inkluderer og kombinerer elementer fra ulike kilder og ideer, og at det derfor er usannsynlig at én gitt undervisningsmodell kan definere den enkelte lærers undervisning. I denne sammenheng er det et poeng at selv om tradisjonell undervisning har vært under mye kritikk, har det likevel vært uenigheter rundt dette i et halvt århundre (Kirschner et al., 2006, s. 75). Som vist i kapittel 2.4.1 er det argumenterer for både utforskende og tradisjonell undervisningspraksis. Det er i tillegg vanskelig å etablere pålitelig bevisføring fra empiriske studier på at utforskende undervisning er noe mer effektivt og at det forbedrer matematikkundervisningen (Engeln et al., 2013, s. 825). Selv om ulik forskning kan legge til grunn at det er hensiktsmessig med bruk av utforskende undervisning, er det samtidig ikke stadfestet at utforskende undervisning burde dominere undervisningspraksisen. Det er følgelig ikke urimelig å forvente at matematikklærere lander på en undervisningspraksis som fungerer som en slags hybridløsning av begge didaktiske teorier. En slik kombinasjon av de ulike didaktiske teoriene trenger heller ikke å være noe negativt, eller representere en dårligere undervisning, uten at denne studien har belegg for å ta stilling til dette. Det er også viktig at det kan være flere, eller andre, årsaker til at tradisjonell undervisning fortsatt har sin plass i matematikkundervisningen, noe som vil bli drøftet nærmere i de videre delkapitlene.

Har det skjedd en utvikling i løpet av de siste årene?

Resultatene fra denne studien, sett i lys av tidligere funn, kan indikere at det har foregått en utvikling i den norske undervisningspraksisen, som beveger seg i utforskende retning. Det er også et poeng, som det vises til i kapittel 5.3, at matematikklærerne i denne studien har en overveiende positiv holdning til benyttelsen av utforskende undervisning.

Uoverensstemmelsen mellom den rapporterte bruken av utforskende undervisning, og den historiske beskrivelsen av den norske matematikkundervisningen kan tolkes i ulike retninger. På den ene siden kan selvrapporingen fra studiens respondenter gi et misvisende inntrykk av hvordan den norske matematikkundervisningen faktisk praktiseres. På den andre siden kan dette peke mot en utvikling i hvordan norske lærere praktiserer sin matematikkundervisning. Det er et mangfold potensielle årsaker til en mulig endring i undervisningspraksisen i matematikk. At utforskningsbasert pedagogikk har fått stor politisk støtte i nyere tid (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 797), kan ha bidratt til at matematikklæreres undervisningspraksis har endret seg i en utforskende retning. Denne politiske støtten kan også ha hatt påvirkninger på utdanningen som ligger til grunn for matematikklærere. Det har eksempelvis blitt innført en ny læreplan i matematikk gjennom «Kunnskapsløftet 2020» (Kunnskapsdepartementet, 2019), som vektlegger utforskende elementer i faget.

Når det gjelder lærerutdanningen kan det blant annet argumenteres for at kompetansenivået blant norske matematikklærere har blitt hevet i løpet av de siste årene. Siden 2017 har all lærerutdanning vært fastsatt som femårig masterutdanning (Utdanningsdirektoratet, 2021a), noe som kan føre til et økt kompetansenivå blant nyutdannede lærere. I tillegg til dette viser tall fra Statistisk Sentralbyrå (Arnesen et al., 2023) at andelen lærere som har gjennomført etterutdanning i matematikk har økt fra 21% i 2018/2019 til 31% prosent i 2021/2022. I tillegg har 70% av de som har gjennomført etterutdanning i matematikk gjort dette fra senest skoleåret 2015/2016 (s. 93-94), noe som tyder på at den etterutdanningen som har blitt gjennomført er relativt oppdatert og i tråd med dagens perspektiver og holdninger. Ettersom utforskende pedagogikk har fått politisk støtte i senere år, kan det være rimelig å anta at etterutdanning gjennomført fra rundt 2015 gjerne har hatt utforskende elementer. Sowder (2007, s. 163) påpeker at profesjonell videreutvikling kan gi lærere muligheten til å tilegne seg mer matematisk kunnskap, noe som kan være en nødvendig forutsetning for en vellykket implementering av utforskende undervisning.

Samlet sett viser denne delen av studien at utforskende undervisning har sin etablerte plass i den norske matematikkundervisningen, ifølge lærerne selv. Det kommer samtidig tydelig frem at lærerne plasserer seg et sted i midten, og benyttelsen av utforskende undervisning tolkes til å ligge på et middels nivå. Dette legger et grunnlag studiens påfølgende forskningsspørsmål, som innebærer en undersøkelse av hvilke forutsetninger som ligger til grunn for i hvilken grad lærerne benytter utforskende undervisning.

5.2 Sammenhengen mellom lærernes bakgrunn og deres matematikkundervisning

For å undersøke ulike bakgrunnsfaktorerens effekt på læreres bruk av utforskende undervisning, ble forskningsspørsmålet «i hvilken grad er det sammenheng mellom lærernes bakgrunn, og deres rapporterte undervisningspraksis?» etablert. Målsettingen har vært å skaffe en innsikt i respondentenes individuelle bakgrunner, for så å undersøke eventuelle sammenhenger med den rapporterte bruken av utforskende undervisning.

Utdanningsform og kjønn ser ikke ut til å ha noen signifikant effekt

Det første en kan merke seg fra regresjonsanalysene i kapittel 4.2 er at hvilken utdanning respondentene har, (lektor-, adjunktutdanning etc.) ikke ser ut til å spille en rolle for noen av de tre aspektene av bruken av utforskende undervisning. P-verdien til denne variabelen har ikke et akseptabelt nivå i noen av regresjonsanalysene, heller ikke når holdningsvariablene er inkludert i analysen. En av årsakene til dette kan være at utdanningsnivået til lærere ikke nødvendigvis sier noe om kompetansenivået innen matematikkfaget spesifikt. Selv om lærere har gjennomgått en masterutdanning, betyr ikke det at masteremnet deres er matematikk. Dette aspektet av matematikklærernes bakgrunn forstås følgelig som uinteressant å drøfte videre. Et funn som er unikt for samlevariabelen utforskende kommunikasjon er at kjønn i utgangspunktet ser ut til å ha en signifikant påvirkning, basert på regresjonsanalysen i tabell 8. I snitt scorer kvinner høyere enn menn. Her er det viktig å ta forbehold om at regresjonsanalysen i tabell 12 har en større forklaringsgrad, og det er derfor denne modellen som må drøftes. I denne sistnevnte tabellen står ikke den uavhengige variabelen kjønn som signifikant. Det er derfor plausibelt at forskjellen mellom kjønnene ikke er av betydelig signifikans.

Yrkserfaring og antallet studiepoeng i matematikk har en effekt på bruken av utforskende undervisning

Regresjonsanalysene viser at den uavhengige variabelen ansiennitet ikke har en signifikant effekt på bruken av utforskende kommunikasjon. Når det gjelder samlevariabelen utforskende undervisningsaktiviteter (UA), så står ansiennitet som signifikant i den første regresjonsanalysen, og forblir signifikant i den siste analysen. Dette indikerer at yrkserfaring er avgjørende for utforskende undervisningsaktiviteter, selv om ansiennitet ikke spiller noen rolle for bruken av utforskende kommunikasjon. Yrkserfaring forstås likevel til å generelt sett være relevant for benyttelsen av utforskende undervisning. Dette samsvarer med Thompson (1992), som forklarer at perspektiver og praksis påvirker hverandre, og lærere trenger yrkserfaring for å kunne operasjonalisere, teste og modifisere dette forholdet. En lærer vil være avhengig av å inneha de nødvendige kunnskapene for å oppdage og kapitalisere på de mulighetene for læring av matematiske idéer og konsepter som oppstår i undervisningen (s. 138-139).

De første regresjonsanalysene fra kapittel 4.2 viser at antallet studiepoeng i matematikk går igjen som signifikant innenfor både utforskende kommunikasjon og utforskende undervisningsaktiviteter. Når holdningsvariablene blir lagt til i regresjonsanalysen (kapittel 4.4) beholder studiepoeng sin signifikans innen begge adferdsvariablene, selv om studiepoeng sin effekt på utforskende kommunikasjon går fra en signifikans på .01-nivå, til en signifikans på .05-nivå. Antallet studiepoeng har med andre ord en signifikant effekt på den rapporterte bruken av utforskende undervisning, hvor mer studiepoeng i matematikk indikerer en mer høyfrekvent bruk av utforskende undervisning.

At studiepoeng og ansiennitet står frem som de mest signifikante faktorene tyder på at kunnskap og erfaring er avgjørende for all eventuell benyttelse av utforskende undervisning, og understreker viktigheten av matematisk kompetanseutvikling blant kommende og nåværende lærere. Denne avhandlingen vil argumentere for at flere studiepoeng i matematikk kan føre til en økt kunnskap om de matematiske emnene det skal undervises i, tidligere beskrevet som «content knowledge», og at lærerens fartstid i yrket kan bidra til en økt pedagogisk innholdsforståelse (se Bromme, 2001; Fauth et al., 2019; Shulman, 1998). Både en dypere forståelse av det aktuelle matematiske emnet og en god pedagogisk innholdsforståelse kan bidra til at en matematikklærer mestrer kunsten å dele intellektuell autoritet med elevene, tidligere forklart som en sentral del av det å gå fra en komfortsone og over til «risikozonen» (se kapittel 2.3.3). Skovsmose (2001, s. 130) forklarer at ubehaget ved

å være i denne risikozonen, og det eventuelle ønsket om å returnere til komfortsonen, kan medføre at læreren returnerer fra en utforskende undervisning over til en mer tradisjonell, instruerende undervisning. Erfaring og kunnskap kan bidra til en nødvendig selvtillit for å operere innenfor risikozonen, og kan være nødvendig for å mestre å knytte sentrale faglige poenger til elevenes utforskende arbeid. Både antallet studiepoeng i matematikk og yrkeserfaring forstås som en indikasjon på kompetansenivået innen faget, og kan tolkes som avgjørende for både implementering og benyttelse av utforskende undervisning.

Selv om studiepoeng kan være en indikasjon på kompetanse, som videre fører til at lærere benytter utforskende undervisning, så kan også antallet studiepoeng i matematikk si noe om lærerens interesse og engasjement i faget. Det forstås videre som rimelig å anta at lærere som innehar mer engasjement, motivasjon og interesse for faget har en ekstra vilje til å gjennomføre matematikkundervisning som oppleves mer krevende, slik som mange lærere kan oppleve at utforskende undervisning er. I studien til Stipek et al. (2001, s. 223) blir det vist til at lærere som hadde en utforskende tilnærming til undervisningen også hadde mer selvtillit og interesse for faget, mens lærerne med lav selvtillit og interesse var mer tradisjonelt rettet.

Fraværet av tradisjonell undervisning påvirkes ikke av noen av studiens bakgrunnsvariabler

Et annet interessant funn er at de fire uavhengige variablene som omhandler lærernes bakgrunn kun predikerte 0,9% av variansen til samlevariabelen tradisjonelle undervisningsaktiviteter (TA), og at ingen av de uavhengige variablene hadde signifikant effekt på fraværet av tradisjonelle undervisningsaktiviteter. I tillegg til dette, så viser regresjonsanalysen i tabell 14 at alle de uavhengige variablene til sammen kun forklarer 10,8% av variansen av fraværet av tradisjonelle aktiviteter. At de uavhengige variablene har en så mye svakere effekt på denne samlevariabelen fremstår i utgangspunktet som overraskende, da det var forventet at en større grad av utforskende undervisning skulle resultere i en mindre grad av tradisjonell undervisning. Dette tyder på at studiens utvalgte bakgrunnsvariabler ikke spiller noen rolle for matematikklærernes eventuelle benyttelse av tradisjonell undervisning. At studiens bakgrunnsvariabler påvirker bruken av utforskende undervisning, men ikke bruken av tradisjonell undervisning, kan indikere at benyttelsen av utforskende undervisning stiller visse krav til den individuelle lærer som tradisjonell undervisning ikke gjør. Er det en enklere øvelse å benytte tradisjonell undervisning, mens utforskende undervisning krever mer av læreren? Gitt at tradisjonell undervisning er en

enkler øvelse for matematikklæreren, virker det rimelig å anta at usikre, umotiverte eller uengasjerte lærere i større grad havner i et tradisjonelt undervisningsmønster. Dette støttes av forskning av Stipek et al. (2001, s. 223), som viser at matematikklærere som praktiserte en mer tradisjonelt rettet undervisning likte matematikk mindre, var mindre engasjerte og hadde mindre selvtillit i faget enn lærerne som bedrev en mer utforskende undervisning.

Som nevnt i kapittel 5.1, så ser det ut til at tradisjonell undervisning fortsatt har sin klare plass i den norske matematikkundervisningen i grunnskolen, selv om benyttelsen av utforskende undervisning tilsynelatende har økt. Det ble videre argumentert for at matematikklærere gjerne kan ende opp med en slags sammenblanding av begge matematikdidaktiske teorier, uten at det nødvendigvis er galt. Dette kan være en del av årsaken til at studiens bakgrunnsvariabler ikke påvirker tradisjonell undervisning. At fraværet av tradisjonell undervisning ikke ser ut til å kunne forklares gjennom studiens uavhengige bakgrunnsvariabler kan også være en indikasjon på at det er andre prediktorer som i større grad forklarer hvorvidt en lærer gjennomfører tradisjonelle aktiviteter eller ikke. Det er i denne sammenheng viktig å understreke at det kan eksistere et mangfold relevante bakgrunnsvariabler som denne studien ikke har tatt høyde for. Det har eksempelvis ikke blitt tatt høyde for hvordan lærere kan oppleve at klasseromsmiljø og elevadferd påvirker matematikkundervisningen deres. Den videre drøftingen i kapittel 5.3 og 5.4 viser likevel til at det er noen av studiens holdningsvariabler som ser ut til å spille en mer betydelig rolle for hvorvidt tradisjonelle undervisning benyttes.

5.3 Sammenhengen mellom læreres syn på undervisning/fag og deres undervisningspraksis

Forskningsspørsmålet «I hvilken grad er det sammenheng mellom læreres syn på faget og undervisning i matematikk, og deres rapporterte undervisningspraksis?» blir drøftet med analyseresultatene fra kapittel 4.3 til grunn. Med utgangspunkt i konseptualiseringen av syn på matematikkfaget og -undervisning (se kapittel 2.5.3), og studiens faktoranalyser (se kapittel 3.5), ble samlevariabelen «tradisjonell undervisning vs. utforskende undervisning» (TU) etablert innenfor syn på undervisning, og innenfor syn på faget ble samlevariabelen «født sånn vs. blitt sånn» (FB) etablert.

Et utforskende syn korrelerer med bruken av utforskende undervisning

Figur 2 i kapittel 4.3 viser at en klar majoritet av respondentene ser på matematisk læringspotensial som noe en tilegner seg, i motsetning til at det er en medfødt egenskap.

Videre viser korrelasjonsanalysen i tabell 10 at lærere som har dette synet, i større grad benytter utforskende undervisningsaktiviteter, samt at deres kommunikasjonsmønster kan betegnes som mer utforskende. Dette funnet samsvarer godt med Stipek et al. (2001, s. 215) sin påstand om at synet på matematisk kunnskap som noe medfødt fører til en mer tradisjonelt rettet undervisning. Mer konkret viser resultatene til Stipek et al. (2001, s. 223) at lærere som ser på læringspotensial som noe medfødt har en tydelig sammenheng mellom lærere som fokuserer på prestasjon, her forstått som en tradisjonell tilnærming (se kapittel 2.1.1). Dette støttes også av Russo et al. (2020, s. 15-16) sine antagelser, hvor blant annet elevautonomi og kommunikasjon i klasserommet blir påvirket av matematikklærers syn på elevers læringspotensial. Russo et al. (2020, s. 15-16) forklarer at lærere ønsker å beskytte lavt presterende elever mot kognitivt krevende oppgaver. Det kan tyde på at lærere som ser på læringspotensial som noe medfødt forsøker å motivere lavt presterende elever med oppgaver som er lite kognitivt krevende. I tillegg til dette kan de i et forsøk på å støtte elever, instruere de i hvordan oppgaver bør løses. Dette går utover utforskende trekk som elevautonomi, samtidig som det kan danne et kommunikasjonsmønster hvor en lærer, i stedet for å etterspørre argumentasjon og resonnement, heller er opptatt av å enten avkrefte eller bekrefte svar. Det er likevel viktig å understreke at i studiens regresjonsanalyser (kapittel 4.4), som inkluderer samlevariabelen «hindringer», så er signifikansen av lærernes syn på læringspotensial svekket i den grad at samlevariabelen ikke lenger oppnår et akseptabelt signifikansnivå innenfor noen av de tre adferdsvariablene som indikerer bruk av utforskende undervisning. Det kan dermed tyde på at synet på elevers læringspotensial ikke nødvendigvis er den mest utslagsgivende faktoren for om lærere benytter utforskende undervisning.

Både denne studiens resultater, som vist i figur 3, og funn fra PRIMAS-prosjektet (Engeln et al., 2013, s. 833), viser at norske lærere generelt sett har en positiv holdning til utforskende undervisning. Resultatene fra korrelasjonsanalysen (tabell 10) indikerer også at respondenter med et utforskende syn på matematikkundervisningen i større grad bedriver utforskende undervisningsaktiviteter, utforskende kommunikasjon, i tillegg til at de har et større fravær av tradisjonelle undervisningsaktiviteter. Igjen reflekterer dette resultatene fra PRIMAS-prosjektet (Engeln et al., 2013, s. 828-829), hvor et utforskende syn hadde en klar tilknytning til bruken av utforskende undervisning. Totalt sett viser resultatene fra korrelasjonsanalysen, som forventet, at lærere som har et utforskende syn på undervisning rapporterer en større grad av utforskende undervisning. I studiens siste regresjonsanalyser, hvor opplevde hindringer er inkludert som en uavhengig variabel (kapittel 4.4) er tatt i betraktning, består variabelen

«tradisjonell undervisning vs. utforskende undervisning» som signifikant på .05-nivå for alle tre av studiens adferdsvariabler. Dette forsterker tolkningen om at et utforskende syn er avgjørende for at lærere skal benytte utforskende undervisning.

Lærerne har et utforskende syn, men det resulterer ikke nødvendigvis i utforskende undervisning

Selv om resultatene ovenfor viser at lærere som har et utforskende syn på faget og undervisning også rapporterer bruk av utforskende undervisning i større grad, er det likevel en dissonans mellom lærernes rapporterte syn og lærernes rapporterte adferd. Både figur 2 og figur 3 viser at respondentene i overveldende grad har et utforskende syn på både fag og undervisning. Samtidig indikerer resultatene fra den rapporterte adferden (tabell 7) at bruken av utforskende undervisning ligger på et middels nivå. Selv om tabell 10 viser signifikante korrelasjoner mellom holdninger og adferd, er det interessant å vurdere styrken på korrelasjonen nærmere. Det forstås som overraskende at av de fem signifikante Pearsons r -verdiene, så varierte verdiene fra .265 til .379 innen de tre variablene, noe som i beste fall kan beskrives som moderat. Dette tyder på at lærernes holdninger ikke nødvendigvis har så stor effekt på bruken av utforskende undervisning. Dette kan skyldes motsetninger mellom respondentenes rapporterte holdninger og deres faktiske holdninger. Ross et al. (2003, s. 345-346) viser til at det ofte kan være et skille mellom hva lærere rapporterer, og hva de faktisk gjør. Det vil i så fall være en del av studiens feilkilder i studien og er nærmere redegjort for i kapittel 3.7.1. Thompson (1992, s. 137-138) forklarer at det er stor variasjon i forskningsfeltet angående hvorvidt holdninger påvirker undervisningspraksisen. En annen forklaring på dette misforholdet mellom holdninger og adferd kan derfor være at det er andre faktorer enn lærernes holdninger som er mer avgjørende for om en lærer benytter utforskende undervisning. Eksempelvis kan en faktor være at lærere ønsker å bedrive mer utforskende undervisning, men at de samtidig ikke opplever det som gjennomførbart i praksis av ulike årsaker. Funn av Engeln et al. (2013) gir indikasjoner på dette. Selv om lærernes holdninger blir tolket som en viktig forutsetning, så blir fraværet av ulike opplevde hindringer også beskrevet som avgjørende for en implementering av utforskende undervisning (s. 833).

5.4 I hvilken grad det er sammenheng mellom lærernes bakgrunn, syn på fag og undervisning, og deres rapporterte undervisningspraksis, kontrollert for opplevde hindringer i arbeidet

Studiens siste forskningsspørsmål er som følger: «i hvilken grad er det sammenheng mellom lærernes bakgrunn, syn på fag og undervisning, og deres rapporterte undervisningspraksis, kontrollert for opplevde hindringer i arbeidet?». Dette forskningsspørsmålet blir besvart ved å se på effekten som lærernes bakgrunn og holdninger samlet sett har på adferdens deres drøftes, kontrollert for opplevde hindringer. I tillegg blir det gjort en drøfting av respondentenes besvarelser innenfor de tre påstandene som samlevariabelen «hindringer» er satt sammen av.

I hvilken grad lærerne opplever studiens utvalgte hindringer

Tabell 11 viser at 80,8% av matematikklærerne er enten «svært uenig» eller «litt uenig» i at de er redd for at elevene vil bli dårligere forberedt til prøver og eksamener ved å bruke tid på utforskende aktiviteter. Dette samsvarer med resultatene som Sikko et al. (2011) viser til, hvor 75% av de norske respondentene var «uenig» eller «svært uenig» med påstanden «I am concerned about the tension between IBL and effectively preparing students for exams». Samtidig er bare 7,4% av respondentene «svært uenig» eller «litt uenig» i at de føler seg trygge på å bruke utforskende aktiviteter i matematikkundervisningen. Det var forventet at flere lærere skulle føle seg utrygge i bruk av utforskende undervisningsaktiviteter. Som nevnt tidligere er en vanlig bekymring når det gjelder implementering av mer utforskende undervisning er at undervisningen ikke forbereder elevene godt nok til neste prøve, eksamen eller neste trinn (Blomhøj, 2021; Colburn, 2000; Walker, 2007). Resultatene i denne studien står likevel ikke i stil med denne beskrivelsen av en «vanlig bekymring» blant matematikklærere. Resultatet står også i motsetning til besvarelsene til de norske matematikklærerne i PRIMAS-prosjektet. Sikko et al. (2011) viser at 69% av de norske respondentene var enig eller meget enig i påstanden «I don't feel confident with IBL». Dette støtter idéen fra kapittel 5.1 om at det har skjedd en endring de siste årene, hvor selvtilliten og kunnskapen om utforskende undervisning har økt gjennom utviklingsarbeid og endring i utdanningen av matematikklærere.

Lærernes bakgrunn og syn på fag/undervisning sett i sammenheng

Regresjonsanalysene fra kapittel 4.4 viser at det er antallet studiepoeng, et utforskende syn på matematikkundervisning og fraværet av opplevde hindringer som har signifikante effekter på bruken av utforskende kommunikasjon. Resultatene viser at det er hindringer som har den klart største effekten på bruken av utforskende kommunikasjon. For utforskende undervisningsaktiviteter er det studiepoeng, ansiennitet, og synet på undervisning og læringspotensial og fraværet av opplevde hindringer som står med signifikante effekter. Disse resultatene tolkes til å styrke funn fra kapittel 5.2 og 5.3 om at både yrkeserfaring, studiepoeng i matematikk og et utforskende syn på matematikkundervisning skiller seg ut som avgjørende faktorer for benyttelsen av utforskende undervisning

For fraværet av tradisjonelle undervisningsaktiviteter er det bare samlevariabelen «tradisjonelt vs. utforskende syn på matematikkundervisning» og hindringer som står med en signifikant effekt. Som tidligere nevnt er det ingen av studiens bakgrunnsvariabler som bidrar til å forklare det eventuelle fraværet av tradisjonell undervisning. Det er et utforskende syn på undervisning som står med den sterkeste effekten, etterfulgt av hindringer. Ved å se på alle de uavhengige variablene i en sammenheng, styrkes tanken om at respondentenes bakgrunnsvariabler er av liten betydning for bruken av utforskende undervisning. Det ser heller ut til at det er avgjørende at lærere har et utforskende perspektiv på hvordan matematikkundervisning burde være. Det ser også ut til at opplevde hindringer kan føre til en økt benyttelse av tradisjonelle undervisningsaktiviteter.

Opplevde hindringer har en liten, men signifikant påvirkning på bruken av utforskende matematikk

Selv om matematikklærerne i snitt rapporterer at de ikke er særlig preget av studiens utvalgte hindringer (tabell 11), viser likevel regresjonsanalysene fra kapittel 4.4 at de har signifikant effekt på benyttelsen av utforskende matematikk. Det er interessant at hindringer har en signifikant effekt på alle de tre adferdsvariablene, samtidig som effektstørrelsene ikke kan sies å være spesielt store. Dette kan ha en sammenheng med at lærerne i stor grad ikke føler seg preget av studiens utvalgte hindringer, som vektla lærernes oppfatning av egen kompetanse i klasserommet. Dette samsvarer med resultatene fra PRIMAS-prosjektet (Engeln et al., 2013, s. 833), som viser at klasseledelse var den minst viktige hindringsfaktoren for implementering og bruk av utforskende undervisning. Det er rimelig å anta at det eksisterer andre potensielle hindringer som har større effekt på implementering og bruk av utforskende matematikkundervisning.

Sammenligningen av lærernes syn på utforskende undervisning, og den faktisk rapporterte bruken av utforskende undervisning gir fortsatt inntrykket av at lærerne ønsker å implementere utforskende undervisning i større grad enn det de klarer. Dette kan igjen sees i sammenheng med funn av Engeln et al. (2013, s. 833), hvor systemiske og ressursbaserte hindringer hadde en klart større påvirkning på den rapporterte bruken av utforskende matematikk. Det er grunn til å tro at skolesystemet i større grad legger til rette for en tradisjonell undervisning, og at utforskende undervisning foregår på tross av dette. Gitt dette, er det rimelig å anta at det eksisterer andre hindringer som gjør at lærere opplever det som utfordrende å bedrive utforskende undervisning. Undersøkelsen av opplevde hindringer har ikke vært en prioritering i denne studien, og det er fullt mulig at det er andre, mer sentrale opplevde hindringer som denne studien ikke har tatt høyde for. Eksempelvis har det ikke lyktes denne studien å måle respondentenes tilgang på utforskende undervisningsopplegg og oppgaver. Likevel blir denne hindringen pekt på av Blomhøj (2021, s. 22) som en vanlig utfordring for implementering og bruk av utforskende undervisning, og Haavold og Blomhøj (2019) påpeker at lærere etterlyser tilgang på utforskende undervisningsopplegg og oppgaver, samt støtte og hjelp til å utvikle utforskende undervisningsopplegg. Utover dette er det også rimelig å anta at tidspress og andre tidsrelaterede hindringer kan være av relevans, i tråd med Mellin-Olsen (2009) sin beskrivelse av lærere som kjenner på en dårlig samvittighet fordi de føler seg tvunget til å komme seg gjennom temaer og kapitler i faget for å rekke over alt. Selv om denne studiens respondenter ikke opplever at forberedelser til prøver og eksamener hindrer bruk av utforskende matematikk, er det likevel mulig at å rekke å komme seg gjennom læreplanen, årsplanen eller ukeplanen oppleves som en hindring for bruk av utforskende matematikk.

Samlet sett viser disse resultatene at å inkludere lærernes besvarelser innen syn på fag og undervisning, samt opplevde hindringer, øker analysens evne til å forklare variasjonen til alle de tre avhengige adferdsvariablene. De uavhengige variablene som ser ut til å ha størst effekt for bruken av utforskende undervisning er studiepoeng, ansiennitet, et utforskende syn på matematikkundervisning, og et fravær av opplevde hindringer. Det kommer tydelig frem gjennom studiens resultater at de ulike samlevariablene for adferd påvirkes ulikt av predikatorene. Thompson (1992, s. 138-139) skriver at mye av litteraturen rundt forholdet mellom læreres holdninger og undervisningspraksis gjerne studeres med lineære korrelasjoner, med en antagelse om et kausalt forhold hvor undervisningspraksis følger holdningene til læreren. Videre skriver Thompson (1992, s. 138-139) at bakgrunnen for

enhver undervisningspraksis er mer avansert og sammensatt enn som så, og at den baserer seg på en dynamisk relasjon mellom holdninger og erfaringer som lærere opparbeider seg gjennom livet. Dette er tydelig i studiens resultater. Holdninger og hindringer ser ut til å ha den avgjørende effekten på bruk av utforskende kommunikasjon og fraværet av tradisjonelle undervisningsaktiviteter, mens bruken av utforskende undervisningsaktiviteter påvirkes mer av studiepoeng og ansiennitet.

6 Konklusjon

Denne masteravhandlingen har undersøkt følgende problemstilling og forskningsspørsmål:

I hvilken grad er utforskende undervisning gjeldende i klasserommet i dag, ifølge norske matematikklærere?

- 1) I hvilken grad oppgir et representativt utvalg av matematikklærere at de bedriver utforskende undervisning?*
- 2) I hvilken grad er det sammenheng mellom lærernes bakgrunn og deres rapporterte undervisningspraksis?*
- 3) I hvilken grad er det sammenheng mellom læreres syn på fag og undervisning i matematikk, og deres rapporterte undervisningspraksis?*
- 4) I hvilken grad er det sammenheng mellom lærernes bakgrunn, syn på fag og undervisning, og deres rapporterte undervisningspraksis, kontrollert for opplevde hindringer i arbeidet?*

Det første forskningsspørsmålet har blitt undersøkt gjennom å analysere deskriptiv statistikk om respondentenes rapporterte adferd. Det representative utvalget viser at de bedriver utforskende undervisning på et *middels* nivå. Selv om bruken ligger på et middels nivå, ser det ikke ut til å være noen tvil om at utforskende undervisning generelt sett har en tydelig rolle i respondentenes matematikkundervisning. Det tilfeldige utvalget av respondenter har videre gjort at det har vært mulig å trekke slutninger om den større populasjonen, altså norske matematikklærere i grunnskolen, for å besvare studiens problemstilling. Basert på studiens resultater og konfidensintervall, kan det med 95% sikkerhet sies at norske matematikklærere i grunnskolen i snitt vil havne innenfor en samlet score fra 34.79 til 36.21 av 56 poeng innen de adferdsvariablene som indikerer benyttelsen av utforskende undervisning. Den generelle norske populasjonen av matematikklærer i grunnskolen kan derfor sies å benytte utforskende undervisning på et *middels* nivå. Det var likevel overraskende at fraværet av tradisjonell matematikkundervisning ikke var større, og det har blitt argumentert for at lærere muligens benytter en kombinasjon av de ulike matematikkdiraktiske teoriene.

Studiens tre siste forskningsspørsmål må sees i sammenheng, og kan besvares ved å se på regresjonsanalysene fra kapittel 4.4, som benytter både lærernes bakgrunn, syn på fag og undervisning, og opplevde hindringer som uavhengige variabler.

Studiens funn viser at *ansiennitet* og *studiepoeng* er de bakgrunnsvariablene som påvirker bruken av utforskende undervisning. Ansiennitet har en signifikant effekt på bruken av utforskende undervisningsaktiviteter, hvor eldre lærere ser ut til å benytte dette mer. Antallet studiepoeng har en signifikant effekt på bruken av både utforskende kommunikasjon og utforskende undervisningsaktiviteter, hvor det er en positiv sammenheng mellom antallet studiepoeng og benyttelsen av utforskende kommunikasjon og undervisningsaktiviteter. Samtidig er det ingen bakgrunnsvariabler som har noen effekt på benyttelsen av tradisjonell undervisning. Når det gjelder syn på fag og undervisning, er det lærernes *syn på matematikkundervisning som enten tradisjonelt eller utforskende* som påvirker den rapporterte bruken av utforskende undervisning. Et utforskende syn på matematikkundervisning har en positiv effekt for alle de tre adferdsvariablene utforskende kommunikasjon, utforskende undervisningsaktiviteter og fraværet av tradisjonelle undervisningsaktiviteter. Opplevde hindringer har også en signifikant effekt på benyttelsen av utforskende undervisning. Det er en sammenheng mellom fraværet av opplevde hindringer og økt bruk av utforskende kommunikasjon og utforskende undervisningsaktiviteter, samt fraværet av tradisjonelle undervisningsaktiviteter. Noe som tyder på at det er avgjørende å tilrettelegge for lærerne, slik at de opplever det som gjennomførbart å benytte utforskende undervisning.

Studiens funn indikerer samlet sett at norske grunnskolelærere, ifølge dem selv, benytter utforskende matematikkundervisning. Det står i kontrast til den historiske beskrivelsen av den norske matematikkundervisningen. Mulige årsaker til den mulige økningen i bruken av utforskende undervisning kan ifølge denne studien være etterutdanning av lærere, hvor en økning av studiepoeng i matematikk ser ut til å ha en positiv effekt på bruken av utforskende matematikk. Økningen i den faglige kompetansen kan ha hatt positive påvirkninger på lærernes holdninger, og det er tydelig at lærernes holdninger er viktige for at de skal benytte utforskende matematikk. Det er avgjørende at de selv stiller seg bak denne formen for undervisning for at de skal ta det i bruk. Studiens forklaringssevne viser også at det eksisterer andre potensielle hindringer for at utforskende undervisning skal benyttes av lærerne. Selv om lærerne rapporterer at de benytter utforskende undervisning, samsvarer ikke bruken helt med i hvor stor grad de rapporterer en høy selvtilit og positiv holdning til bruken av utforskende undervisning. Dette indikerer at det er andre faktorer som lærerne opplever er ute av deres kontroll, som gjør det utfordrende å gjennomføre utforskende undervisning. Dette retter søkelyset med skolesystemet, som muligens legger mer til rette for en tradisjonell

undervisning. Det er derfor et spørsmål om utforskende undervisning muligens ikke foregår på grunn av, men heller på tross av rammeverket for undervisningen.

6.1 Implikasjoner for videre forskning

Denne studien er en tverrsnittundersøkelse, og det medfører at studien kun kan foreslå sammenhenger og samvariasjoner. En nyttig videreutvikling ville vært å gjennomføre en langsgående surveyundersøkelse, hvor lærerne gjennomførte samme spørreundersøkelse gjentatte ganger over en lengre tidsperiode. Et slikt forskningsprosjekt vil kunne ha et grunnlag for å si noe om kausale forhold mellom bruken av utforskende undervisning, og kjennetegn ved lærerne. Dette vil være utfordrende å gjennomføre i en masteravhandling, grunnet økonomiske og tidsmessige begrensninger, og vil gjerne kreve et forskningsprosjekt av et større omfang. Det hadde samtidig vært mulig å styrke resultatene fra denne avhandlingen ved å gjenta dette studiet i fremtiden, for så å sammenligne resultatene. Denne studien har tatt utgangspunkt i matematikklæreres egen oppfatning av undervisningen sin. I fremtidige studier kan det derfor være av interesse å etablere et sammenligningsgrunnlag ved å faktisk observere læreres rapporterte undervisning, eksempelvis gjennom et mixed methods-design.

Denne studien har heller ikke tatt stilling til det eventuelle læringsutbyttet av utforskende undervisning, og med tanke på at en implementering av utforskende undervisning virker å være en prioritering i dagens grunnskole, kan det være nyttig med en større innsikt i den faktiske læringseffekten av utforskende undervisning. Etersom hindringer ble etablert som en signifikant prediktor for bruken av utforskende undervisning, kunne det vært hensiktsmessig med et kvalitativt dypdykk vil også være av interesse, hvor en kan dokumentere matematikklæreres undervisningspraksis gjennom observasjoner, i tillegg til å få en innsikt i deres holdninger og oppfatninger gjennom eksempelvis intervjuer. Gjennom et slikt forskningsprosjekt vil det være mulig å undersøke hva lærere selv oppfatter som hindringer for bruken av utforskende matematikkundervisning.

6.2 Implikasjoner for praksisfeltet

Studien indikerer at vektleggingen av kompetanseheving av matematikklærere har hatt en positiv effekt på bruken av utforskende undervisning. Gitt at det er ønskelig å se en økt bruk av utforskende undervisning i matematikk, ser det ut til at å prioritere en økning av studiepoeng i matematikk blant lærere er hensiktsmessig. Det ser også ut til at det norske skolesystemet også må gjøre vurderinger rundt hvordan en kan legge mer til rette for bruk av utforskende undervisning. Læreryrket kan være stressende, og det er nok mange lærere som kan føle på at de ikke strekker riktig til. Ved et ønske om at matematikklærere skal bedrive mer utforskende undervisning, kan det derfor være avgjørende å tilrettelegge for lærerne for å unngå at de opplever at ulike utfordringer hindrer dem i å benytte utforskende undervisning. Det anbefales i den sammenheng å gjøre nærmere undersøkelser på hva som hindrer norske matematikklærere fra å benytte utforskende undervisning. I denne prosessen hvor norske matematikklærere ser ut til å benytte utforskende undervisning i en økende grad, vil det være hensiktsmessig med en kontinuerlig oppfølging, hvor lærerne får muligheten til å rapportere hva som fungerer, hva som oppleves utfordrende, og hvilke eventuelle tiltak som kan bidra til de benytter utforskende undervisning i økt grad.

Referanseliste

- Aarø, L. E. (2007). *Fra spørreskjemakonstruksjon til multivariat analyse av data: En innføring i survey-metoden*. Research Centre for Health Promotion/Griegakademiet, Universitet i Bergen.
- Alrø, H. & Skovsmose, O. (2004). Dialogic Learning in Collaborative Investigation. *Nordisk matematikdidaktikk*, 9(2), 39-62.
- Alseth, B., Breiteig, T. & Brekke, G. (2003). *Endringer og utvikling ved R97 som bakgrunn for videre planlegging og justering : matematikkfaget som kasus* (Bd. 02/2003). Telemarksforskning.
- Archer, A. L. & Hughes, C. A. (2011). *Explicit Instruction: Effective and Efficient Teaching*. The Guildford Press.
- Arnesen, H. S., Steffensen, K., Foss, E. S., Lervåg, M.-L. & Keute, A.-L. (2023). *Lærerkompetanse i grunnskolen: Hovedresultater 2021/2022*. Statistisk sentrabyrå.
- Artigue, M. & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM*, 45(6), 797-810. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0506-6>
- Björkqvist, O. (2003). Matematisk problemløsning. I H. Strømsnes & B. Grevholm (Red.), *Matematikk for skolen*. Fagbokforl.
- Blomhøj, M. (2016). *Fagdidaktik i matematik*. Frydenlund.
- Blomhøj, M. (2021). Undersøgende matematikundervisning - fra teori til praksis. I M. Wahl, P. Weng, M. Andersen & P. Weng (Red.), *Håndbog for matematikvejledere* (Bd. 2). Dansk Psykologisk Forlag.
- Blum, W. (2015). Quality Teaching of Mathematical Modelling: What Do We Know, What Can We Do? I S. Cho (Red.), *The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education* (s. 73-96). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12688-3_9
- Boaler, J. (1998). Open and Closed Mathematics: Student Experiences and Understandings. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(1), 41-62. <https://doi.org/10.2307/749717>
- Boaler, J. (2008). Bridging the gap between research and practice: International examples of success. I M. Menghini, F. Furinghetti, L. Giacardi & A. Ferdinando (Red.), *The First Century of the International Commission on Mathematical Instruction (1908-2008) : Reflecting and Shaping the World of Mathematics Education*. Istituto della Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani.
- Boateng, G. O., Neilands, T. B., Frongillo, E. A., Melgar-Quinonez, H. R. & Young, S. L. (2018). Best Practices for Developing and Validating Scales for Health, Social, and Behavioral Research: A Primer. *Frontiers in Public Health*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00149>
- Bromme, R. (2001). Teacher expertise. I N. J. Smelser & P. B. Baltes (Red.), *International encyclopedia of the social and behavioral sciences* (s. 15459-15465).
- Cai, J. (2010). Commentary on Problem Solving Heuristics, Affect, and Discrete Mathematics: A Representational Discussion. I B. Sriraman & L. English (Red.), *Theories of Mathematics Education* (s. 251-258). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-00742-2_25
- Caspersen, J., Aamodt, P. O., Vibe, N. & Carlsten, T. C. (2014). *Kompetanse og praksis blant norske lærere: Resultater fra TALIS-undersøkelsen i 2013*. NIFU.
- Cobb, P., Wood, T., Yackel, E., Nicholls, J., Trigatti, G. W. B. & Perlwitz, M. (1991). Assessment of a Problem-Centered Second-Grade Mathematics Project. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(1), 3-29. <https://www.jstor.org/stable/749551>

- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8th. utg.). Routledge.
- Colburn, A. (2000). An Inquiry Primer. *Science scope* (Washington, D.C.), 23(6), 42-44.
- Creswell, J. W. & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (5. utg.). Sage.
- da Ponte, J. P. & Quaresma, M. (2016). Teachers' professional practice conducting mathematical discussions. *Educational studies in mathematics*, 93(1), 51-66. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9681-z>
- DeVellis, R. F. (2017). *Scale development: theory and applications* (Fourth edition. utg., Bd. 26(2017)). SAGE.
- 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). <https://doi.org/http://doi.org/10.1371/journal.pone.0224696>
- Dorier, J.-L. & García, F. J. (2013). Challenges and opportunities for the implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching. *ZDM*, 45(6), 837-849. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0512-8>
- Dweck, C. S. (1986). Motivational Processes Affecting Learning. *The American Psychologist*, 41(10), 1040-1048. <https://doi.org/https://doi.org/10.1037/0003-066X.41.10.1040>
- Dweck, C. S. & Bempechat, J. (1983). Children's theories of intelligence: Consequences for learning. I S. Paris, G. Olson & H. Stevenson (Red.), *Learning and Motivation in the Classroom* (s. 239-255).
- Engeln, K., Euler, M. & Maass, K. (2013). Inquiry-based learning in mathematics and science: a comparative baseline study of teachers' beliefs and practices across 12 European countries. *ZDM*, 45(6), 823-836. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0507-5>
- Ernest, P. (1989). The Knowledge, Beliefs and attitudes of the Mathematics Teacher: a model. *Journal of Education for Teaching*, 15, 13-33.
- Fauth, B., Decristan, J., Decker, A.-T., Büttner, G., Hardy, I., Klieme, E. & Kunter, M. (2019). The effects of teacher competence on student outcomes in elementary science education: The mediating role of teaching quality. *Teaching and Teacher Education*, 86. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.102882>
- Field, A. P. (2018). *Discovering statistics using ibm spss statistics* (Fifth. utg.). SAGE Publications.
- Fowler, F. J. (2009). *Survey research methods* (4th. utg., Bd. 1). Sage.
- Gleiss, M. S. & Sæther, E. (2021). *Forskningsmetode for lærerstudenter : å utvikle ny kunnskap i forskning og praksis* (1. utgave. utg.). Cappelen Damm akademisk.
- Goos, M. (2004). Learning Mathematics in a Classroom Community of Inquiry. *Journal for research in mathematics education*, 35(4), 258-291. <https://doi.org/10.2307/30034810>
- Grønmo, L. S. & Onstad, T. (2009). *Tegn til bedring : norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2007*. Unipub.
- Haavold, P. Ø. & Blomhøj, M. (2019, Februar). Coherence through inquiry based mathematics education. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Utrecht, Nederland.
- Hall, G. E., George, A. A. & Rutherford, W. L. (1977). *Measuring Stages of Concern about the Innovation: A Manual for the Use of the SoC Questionnaire*. <https://eric.ed.gov/?id=ED147342>
- Heyder, A., Weidinger, A. F., Cimpian, A. & Steinmayr, R. (2020). Teachers' belief that math requires innate ability predicts lower intrinsic motivation among low-achieving students. *Learning and Instruction*, 65. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101220>

- Hiebert, J. & Grouws, D. A. (2007). The effect of classroom mathematics teaching on students' learning. I F. K. Lester (Red.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (s. 371-404). Greenwich: Information Age Publishing, Incorporated.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G. & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
<https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- Klette, K. (2020). What do we know about quality teaching? Reports from classroom research. I R. J. Kumsvik & R. Säljö (Red.), *Practical-pedagogical education: An anthology* (s. 183-214). Fagbokforlaget.
- Klette, K., Bergem, O. K. & Roe, A. (2016). *Teaching and Learning in Lower Secondary Schools in the Era of PISA and TIMSS* (1st 2016. utg., Bd. 12). Springer International Publishing : Imprint: Springer.
- Krosnick, J. A. & Presser, S. (2010). Question and questionnaire design. I P. V. Marsden & J. V. Wright (Red.), *Handbook of Survey Research* (s. 263-313).
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordnet del - verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Fastsatt som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/verdier-og-prinsipper-for-grunnopplaringen/id2570003/>
- Kunnskapsdepartementet. (2019). *Læreplan i matematikk (MAT01-05)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/mat01-05?lang=nob>
- Lazonder, A. W. & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. *American Educational Research Association*, Vol. 86(No. 3).
<https://www.jstor.org/stable/24752879>
- Lester, F. K. (2010). On the Theoretical, Conceptual, and Philosophical Foundations for Research in Mathematics Education. I G. Kaiser & B. Sriraman (Red.), *Theories of Mathematics Education* (s. 67-85). Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-00742-2>
- Loucks, S. F. & Hall, G. E. (1979). *Implementing Innovations in Schools: A Concerns-Based Approach*. <https://eric.ed.gov/?id=ED206109>
- Maaß, K. & Artigue, M. (2013). Implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching: a synthesis. *ZDM*, 45(6), 779-795. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0528-0>
- Mellin-Olsen, S. (2009). Oppgavediskursen i matematikk. *Tangenten*, 2, 2-7.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P. & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*. L. S. o. E. TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College Chestnut Hill, MA, USA and International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) IEA Secretariat Amsterdam, the Netherlands.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED544554.pdf>
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. The National Academies Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.17226/4962>
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. The National Academies Press.
<https://doi.org/10.17226/9596>

- Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19, 317-328.
- Nunnally, J. C. (1967). Psychometric theory.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric Theory 2nd ed.* Mcgraw hill book company.
- Pedersen, I. F. & Haavold, P. Ø. (2022, 2022-02-02). Developing and validating survey instruments for assessing beliefs and motivation in mathematics. Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME12), Bolzano (en ligne), Italy.
- Pedhazur, E. J. & Schmelkin, L. P. (1991). Measurement, design, and analysis: An integrated approach.
- Phillipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. I F. Lester (Red.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*. Greenwich: Information Age Publishing, Incorporated.
- Pólya, G. & Conway, J. H. (2014). *How to solve it : a new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Rocard Report: Science education now: a new pedagogy for the future of Europe* (EU 22845). European Commission.
- Ross, J. A., McDougall, D. & Hogaboam-Gray, A. (2003). A Survey Measuring Elementary Teachers' Implementation of Standards-Based Mathematics Teaching. *Journal for Research in Mathematics Education*, 344-363.
- Russo, J. A., Bobis, J., Downton, A., Hughes, S., Livy, S., McCormick, M. & Sullivan, P. (2020). Students Who Surprise Teachers When Learning Mathematics Through Problem Solving in the Early Primary Years. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 28(3). <https://doi.org/10.30722/ijisme.28.03.002>
- Schoenfeld, A. H. (1989). Teaching Mathematical Thinking and Problem Solving. I L. B. Resnick & L. E. Klopfer (Red.), *Toward the Thinking Curriculum: Current Cognitive Research*.
- Shadish, W. R., Cook, T. D. & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin.
- Shulman, L. S. (1998). Theory, practice, and the education of professionals. *Elementary School Journal*, 98, 511-526.
- Sikko, S. A., Lyngved, R. & Pepin, B. (2011). Working with Mathematics and Science teachers on inquirybased learning (IBL) approaches: Teacher beliefs. *Acta Didactica Norge*, Vol. 6(Nr. 1).
- Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM*, 29(3), 75-80. <https://doi.org/10.1007/s11858-997-0003-x>
- Sinclair, J. & Coulthard, M. (1992). Towards an analysis of discourse. I M. Coulthard (Red.), *Advances in Spoken Discourse Analysis* (s. 1-34). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780203200063-6>
- Skovsmose, O. (2001). Landscapes of Investigation. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 33(4), 123-132. <https://doi.org/10.1007/bf02652747>
- Skovsmose, O. (2011). *An Invitation to Critical Mathematics Education*. Rotterdam: SensePublishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-6091-442-3>
- Smith, M. & Stein, M. K. (2018). *5 Practices for orchestrating productive mathematics discussion* (2. utg.). National Council of Teachers of Mathematics.
- Sowder, J. T. (2007). The Mathematical Education and Development of Teachers. I F. Lester (Red.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*. Greenwich: Information Age Publishing, Incorporated.

- Statistisk sentralbyrå. (2022). *Statistikkbanken: Lærere i grunnskolen, etter kjønn og alder (K) 2015 - 2022*. Hentet 30. mars 2023 fra <https://www.ssb.no/statbank/table/12282/>
- Stein, M. k., Remillard, J. & Smith, M. S. (2007). How Curriculum Influences Student Learning. I F. Lester (Red.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*. Greenwich: Information Age Publishing, Incorporated.
- Stipek, D. J., Givvin, K. B., Salmon, J. M. & Macgyvers, V. L. (2001). Teachers' Beliefs and practices related to mathematics instruction. *Teacher and Teacher Education*, 17, 213-226.
- Stockard, J., Wood, T. W., Coughlin, C. & Khoury, C. R. (2018). The Effectiveness of Direct Instruction Curricula: A Meta-Analysis of a Half Century of Research. *Review of educational research*, 88(4), 479-507. <https://doi.org/10.3102/0034654317751919>
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th , International. utg.). Pearson.
- Thompson, A. G. (1984). The Relationship of Teachers' Conceptions of Mathematics and Mathematics Teaching to Instructional Practice. *Educational studies in mathematics*, 15(2), 105-127. <https://doi.org/10.1007/BF00305892>
- Thompson, A. G. (1992). Teachers' Beliefs and Conceptions: A Synthesis of the Research. I D. A. Grouws (Red.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning: a Project of the National Council of Teachers of Mathematics*. Macmillan.
- Utdanningsdirektoratet. (2021a, 26.02.2021). *Femårige lærerutdanninger og undervisningskompetanse*. <https://www.utdanningsforbundet.no/medlemsgrupper/universitet-og-hogskole/ny-master-i-grunnskolelærerutdanning-og-undervisningskompetanse/>
- Utdanningsdirektoratet. (2021b). *Utdanningsspeilet 2021*. UDIR. Hentet 16. november 2022 fra <https://www.udir.no/tall-og-forskning/publikasjoner/utdanningsspeilet/utdanningsspeilet-2021/grunnskole/>
- Utdanningsdirektoratet. (2022). *Nasjonalt skoleregister*. Utdanningsdirektoratet. Hentet 14. oktober 2022 fra <https://nsr.udir.no/sok?fritekstSoek=&fylkenr=&inkluderAktive=true&inkluderAndreTyperEnheter=false&inkluderEiere=false&inkluderEnheter=true&inkluderNedlagte=false&kategori=Kommunal&kommunenr=&naeringskode=&programOmraade=&side=1&utdanningsProgram=>
- Wake, G. D. & Burkhardt, H. (2013). Understanding the European policy landscape and its impact on change in mathematics and science pedagogies. *ZDM*, 45(6), 851-861. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0513-7>
- Walker, M. D. (2007). *Teaching Inquiry-Based Science: a Guide for Middle and High School Teachers*.
- Yackel, E. & Cobb, P. (1996). Sociomathematical Norms, Argumentation, and Autonomy in Mathematics. *Journal for research in mathematics education*, 27(4), 458-477. <https://doi.org/10.2307/749877>
- Zion, M. & Mendelovici, R. (2012). Moving from structured to open inquiry: Challenges and limits. *Science Education International*, 23(4), 383-399.

Vedlegg 1: korrespondanse med Norsk Senter for Forskningsdata

Melding fra Marianne Høgetveit Myhren (Rådgiver)

08.12.2022 09:11

Det fremgår av meldeskjema den 08.12.22 med vedlegg og dialog at det ikke skal behandles opplysninger i prosjektet som kan identifisere enkeltpersoner verken direkte eller indirekte.

Prosjektet trenger derfor ikke en vurdering fra Personverntjenester.

HVA MÅ DU GJØRE DERSOM DU LIKEVEL SKAL BEHANDLE
PERSONOPPLYSNINGER?

Dersom prosjektopplegget endres og det likevel blir aktuelt å behandle personopplysninger må du melde dette til Personverntjenester ved å oppdatere meldeskjemaet. Vent på svar før du setter i gang med behandlingen av personopplysninger.

VI AVSLUTTER OPPFØLGING AV PROSJEKTET

Siden prosjektet ikke behandler personopplysninger avslutter vi all videre oppfølging.

Kontaktperson hos oss: Marianne H. Myhren
Lykke til med prosjektet!

Vedlegg 2: Informasjonsskriv

Vil du delta i forskningsprosjektet ”Læreres undervisningspraksis og syn på faget”?

Hei!
Har du lyst å være med i et forskningsprosjekt i sammenheng med en masteravhandling?



Formål

I dette prosjektet vil vi finne ut i hvilken grad et utvalg norske matematikklærere mener at de benytter seg av et utvalg utforskende undervisningsaktiviteter.
Vi har lyst på informasjon fra et tilfeldig utvalg matematikklærere i Norge.
Vi håper du vil være med!

Lenke for deltakelse: <https://nettskjema.no/a/301985>

Dette prosjektet er et forskningsprosjekt fra UiT Norges Arktiske universitet.
Forskningsprosjektet er ledet av masterstudentene:



August Engebretsen

&



Jonas Leitring

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Vi spør deg om å være med, fordi du jobber ved én av 200 tilfeldig utvalgte grunnskoler i Norge.

Din kontaktperson ved din skoleadministrasjon gir deg dette brevet fra oss, og vi har ikke behov for direkte kontakt med deg, eller personopplysninger om deg annet enn de grunnleggende spørsmålene i spørreskjemaet.

Du skal ikke under noen omstendigheter oppgi personinformasjon som navn, e-post-adresse etc.

Det er frivillig å delta

Hvis du har lyst å være med i forskningsprosjektet, er det bare å besvare nettskjemaet ved å trykke inn på lenken i e-posten din. Ved å delta i spørreskjemaet, **samtykker** du til av vi kan benytte dine besvarelser i våre dataanalyser.

Hvis du ikke har lyst å være med, er det bare å se bort ifra e-posten du har fått tilsendt fra din ledelse. Hverken vi eller din ledelse vil inneha noen opplysninger om *hvem* som har eller ikke har deltatt i spørreskjemaet.

Hvor kan jeg finne ut mer?



Hvis du har spørsmål om studien, kan du ta kontakt med:

- UiT Institutt for lærerutdanning og pedagog ved Per Øystein Haavold (+47 77 64 55 87/per.oystein.haavold@uit.no)

Med vennlig hilsen August Engebretsen & Jonas Leitring.

Vedlegg 3: Spørreskjema

Obligatoriske felter er merket med stjerne *

1. Hvor gammel er du? *

2. Hvilket kjønn er du? *

3. Hvilken lærerutdanning har du? *

Lærer (2-årig)

Lærer (3-årig)

Adjunkt (4-årig)

Adjunkt m/tillegg (5-årig)

Lektor (5-årig)

Lektor m/tillegg (6-årig)

4. Hvor mange studiepoeng har du i matematikk? *

Merk at 1 vektall=3 studiepoeng!

5. Hvor mange år har du jobbet som lærer? *

6. Hvilke(t) trinn/aldersgruppe underviser du på? *

1.-4. trinn

5.-7. trinn

8.-10. trinn

7. Hvilke andre fag har du studiepoeng i?

Norsk

Engelsk

Kroppsøving

Samfunnsfag

Naturfag

Musikk

KRLE

Mat og helse

Kunst og håndverk (Sløyd/Tekstil)

Obligatoriske felt er merket med stjerne *

Hvor ofte gjør du følgende grep i din matematikkundervisning?

| | Aldri eller nesten aldri | I noen timer | I flestepar- ten av timene | Hver eller nesten hver time |
|---|-----------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 8. Ber elevene forklare sine matematiske resonneringer * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9. Lærer elevene å forklare sine matematiske resonneringer * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10. Viser elevene hvordan man løser bestemte oppgaver * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 11. Lar elevene jobbe sammen i grupper * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 12. Ber elevene arbeide med oppgaver som ligner på eksempler i læreboka * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 13. Gir oppgaver som krever at elevene må avgrense og strukturere informasjon før de kan løse den. * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 14. Oppmuntrer elevene til å representere løsningene deres på forskjellige måter (f. eks tegning eller grafisk) * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 15. Gir oppgaver som elevene kan løse ved å bruke av kjente, tidligere tillærte løsningsstrategier * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

| | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 16. Ber elevene diskutere problemløsningsstrategier * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 17. Ber elevene formulere egne problemstillinger og utforske disse * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 18. Ber elevene øve på å anvende en formel * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 19. Ber elevene arbeide med problemer som ikke har en opplagt løsningsmetode * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 20. Ber elevene anvende fakta, begreper og fremgangsmåter til å løse rutineoppgaver * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 21. Ber elevene arbeide med oppgaver relatert til dagliglivet og egne erfaringer * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 22. Lar hovedaktiviteten i undervisningsøkten være selvstendig elevarbeid * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 23. Unnlater bevisst å besvare matematiske spørsmål, for å utfordre elevene på undersøke selv * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 24. Bruker feilsvar fra elever som utgangspunkt for læringsaktiviteter for elevene * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 25. Stiller åpne og nysgjerrige spørsmål * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Obligatoriske felter er merket med stjerne *

Hvor enig er du i følgende påstander om matematikkfaget?

| | Svært uenig | Litt uenig | Litt enig | Svært enig |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 26. Mange ting innen matematikk må bare aksepteres som sant og huskes * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 27. Matematikk er et fag der man er født enten god eller dårlig * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 28. Alle kan bli gode i matematikk * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 29. For å bli god i matematikk må man først og fremst ha talent for det * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 30. For å løse de fleste matematiske problemer må du ha lært riktig fremgangsmetode * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 31. Matematikk i skolen handler om å lære seg grunnleggende ferdigheter som elevene trenger i hverdagen sin * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 32. Matematikk i skolen handler om å løse problemer og få elevene motivert til å se på matematikk som interessant og en kreativ prosess * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 33. Det er mindre rom for kreativitet i matematikk enn i andre fag * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Hvor enig er du i følgende påstander om matematikkundervisning?

| | Svært uenig | Litt uenig | Litt enig | Svært enig |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 34. Det er ikke særlig produktivt for elever å jobbe sammen i matematikktimene * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 35. Bruk av digitale hjelpemidler vil hindre elevene fra å lære grunnleggende matematiske ferdigheter * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 36. Elever lærer matematikk best når de selv er aktive i undervisningen * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 37. Matematiske problemer med flere løsningsmetoder fører til økt læringsmulighet for elevene * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 38. Utforskende matematikkundervisning/ aktiviteter er gunstig for elevenes læring * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 39. Når en skal begynne på et nytt tema, så bør elevene som regel først få jobbe og utforske det på egen hånd * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 40. Når en skal begynne på et nytt tema, så bør læreren som regel først vise og forklare elevene hva de skal gjøre * | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

41. Læreboken jeg har tilgjengelig legger til rette for utforskende undervisningsaktiviteter

42. Jeg er redd for at elevene/studentene vil bli dårligere forberedt til eksamen hvis vi bruker tid på utforskende aktiviteter

43. Jeg føler meg trygg på å bruke utforskende aktiviteter i matematikkundervisningen

44. Jeg kjenner til prinsippene for utforskende matematikkundervisning

