

Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk

Masteroppgave

Lærernes integrasjon av digitale verktøy i
matematikkundervisningen på 4. trinn

Einar Viljar Karlsen

5MGLU

Grunnskolelærerutdanning 1.–7. trinn

2022

Forord

Dette masterprosjektet markerer slutten av min tid på Høgskolen i Innlandet på Hamar og jeg er nå (endelig) ferdig med lærerutdanningen. Det har vært en spennende utdanning som blant annet har tatt meg med på utveksling til Australia og praksis i Namibia. Alle erfaringer jeg har fått gjennom disse årene vil jeg ta med meg videre.

Jeg ønsker å takke alle mine informanter og skolene de jobber på, som gledelig stilte opp og brukte av sin tid i en ellers så travel lærerhverdag. De var profesjonelle og ivrige og kom med lange utdypende svar gjennom intervjuene. Uten deres hjelp ville ikke dette prosjektet blitt noe av.

Jeg vil rette en spesiell takk til Camilla Beddari som uselvisk har dedikert et ukjent antall timer til å hjelpe meg gjennom hele denne prosessen. Jeg ønsker å takke Carina Beddari for korrekturlesing og tilbakemelding, og Carina Kristiansen for all støtte og gode middager i løpet av denne tiden.

Til slutt vil jeg takke min veileder, Morten Bjørnebye, for gode og konkrete tilbakemeldinger. Morten var engasjert og hjalp meg å finne tidligere forskning og teori som kunne være relevant for min studie, samt gode tips til hvordan oppgaven kunne bygges opp.

Sammendrag

Denne masteroppgaven tar for seg lærernes integrasjon av digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn. Studien baserer seg på kvalitative undersøkelser fra tre ulike skoler i Innlandet fylke. Det ble utført deltagende observasjon av fire undervisningstimer i matematikk på 4. trinn, samt semi-strukturerte intervju av lærerne fra observasjonene. Studien legger vekt på å kartlegge hvilken kompetanse lærere må ha for å kunne integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på en pedagogisk hensiktsmessig måte. Videre fokuserer denne studien på hvilken opplæring lærere tilbys i bruk av digitale verktøy i undervisningssammenheng, samt hvordan lærere organiserer bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen. Med utgangspunkt i dette drøfter denne studien hvordan lærerne kan integrere digitale verktøy i matematikkundervisning på 4. trinn. Hovedfunnene i denne studien viser at lærerne har kunnskap om hvordan de kan integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen, men samtidig ønsker å lære mer om bruk av digitale verktøy i undervisningssammenheng. Hovedfunnene viser også at det er noen forutsetninger for at lærere skal lykkes med å integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen. For det første må lærerne ha kunnskap om samspillet mellom teknologi, pedagogikk og faglig innhold, altså teknologisk pedagogisk innholdskunnskap. For det andre må lærere tilbys tilstrekkelig opplæring i bruk av digitale verktøy.

Summary

This master thesis addresses the teachers' integration of technology in mathematics teaching in the 4th grade. The study is based on qualitative surveys from three different schools in Innlandet county in Norway. Participatory observation of four mathematic teaching lessons in 4th grade was performed, as well as semi-structured interviews of the teachers observed. The study identifies the competence teachers must have to be able to integrate technology in mathematics teaching in a pedagogically appropriate way. Furthermore, this study focus on what training teachers are offered in the use of technology in teaching contexts, as well as how teachers organize the use of technology in their mathematics teaching. Based on this, this study discuss how teachers can integrate technology in mathematics teaching in 4th grade. The main findings of this study show that teachers have knowledge of how to integrate technology in mathematics teaching, but at the same time want to learn more about the use of technology in teaching contexts. Further, the main findings also show that there are some prerequisites for teachers to succeed in integrating technology in mathematics teaching. First, teachers must have knowledge of the interplay between technology, pedagogy, and academic content, i.e., technological pedagogical content knowledge. Second, teachers must be offered adequate training in the use of technology in teaching.

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|------------|
| Forord | I |
| Sammendrag | II |
| Summary | III |
| Figur- og tabelliste | VII |
| 1. Bakgrunn, aktualitet og problemstilling | 1 |
| 1.1 Problemstilling og forskningsspørsmål | 1 |
| 1.1.1 Begrepsavklaring | 2 |
| 1.1.2 Avgrensninger..... | 3 |
| 1.2 Disposisjon | 3 |
| 2. Teori | 5 |
| 2.1 Tidligere forskning | 5 |
| 2.2 TPACK | 6 |
| 2.2.1 TPACK-modellen i historisk perspektiv | 7 |
| 2.2.2 TPACK-modellen | 9 |
| 2.3 IKT i skolen og lærerutdanninger | 13 |
| 2.4 Instrumentell orkestrering | 15 |
| 2.4.1 Didaktisk konfigurasjon..... | 16 |
| 2.4.2 Utnyttelsesmodus | 16 |
| 2.4.3 Didaktisk forestilling..... | 17 |
| 2.4.4 Ulike typer instrumentell orkestrering | 17 |
| 3. Metode | 21 |
| 3.1 Studiedesign | 21 |
| 3.1.1 Kvalitativ metodisk tilnærming | 21 |
| 3.1.2 Vitenskapsteoretisk forståelsesramme..... | 22 |
| 3.1.3 Deltagende observasjon | 23 |
| 3.1.4 Det kvalitative forskningsintervju | 24 |
| 3.2 Utvalg | 25 |
| 3.3. Studiens utforming og gjennomføring | 26 |
| 3.3.1 Svarutvalg | 26 |
| 3.3.2 Bortfallsanalyse | 27 |
| 3.3.3 Deltagende observasjon | 27 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3.4 Intervju | 28 |
| 3.4 Forskningsetikk..... | 29 |
| 3.4.1 Informert samtykke | 29 |
| 3.5 Studiens tolkningsprobabilitet, reliabilitet og validitet | 29 |
| 3.5.1 Reliabilitet | 30 |
| 3.5.2 Validitet | 33 |
| 3.6 Analyse av data | 34 |
| 3.6.1 Analyse under intervjuer og observasjoner | 34 |
| 3.6.2 Analyse av innsamlet data..... | 35 |
| 4. Resultater..... | 38 |
| 4.1 TPACK | 40 |
| 4.1.1 Teknologisk innholdskunnskap (A)..... | 40 |
| 4.1.2 Teknologisk pedagogisk kunnskap (B)..... | 41 |
| 4.1.3 Teknologisk pedagogisk innholdskunnskap | 45 |
| 4.1.4 Oppsummering «TPACK» | 49 |
| 4.2 Digital opplæring (C)..... | 49 |
| 4.2.1 Oppsummering «digital opplæring» | 51 |
| 4.3 Instrumentell orkestrering | 51 |
| 4.3.1 Ulike typer og elementer av instrumentell orkestrering (D) | 51 |
| 4.3.2 Oppsummering «instrumentell orkestrering» | 54 |
| 5. Diskusjon | 55 |
| 5.1 Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne? | 55 |
| 5.1.1 Lærernes teknologiske innholdskunnskap | 55 |
| 5.1.2 Lærernes teknologiske pedagogiske kunnskap | 57 |
| 5.1.3 Lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap | 60 |
| 5.2 Hva slags opplæring tilbys lærerne i bruk av digitale verktøy i undervisningen? | 64 |
| 5.3 Hvordan organiserer lærerne bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen? | 66 |
| 6. Avslutning..... | 70 |
| 6.1 Konklusjon..... | 70 |
| 6.1.1 Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne? | 70 |
| 6.1.2 Hva slags opplæring tilbys lærerne i bruk av digitale verktøy i undervisningen? | 71 |

| | |
|--|------------------|
| 6.1.3 Hvordan organiserer lærerne bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen? | 71 |
| 6.1.4 Hvordan kan lærere integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn? | 72 |
| 6.2 Praktiske implikasjoner og videre forskning | 73 |
| <i>Referanser</i> | <i>74</i> |
| <i>Vedlegg A Intervjuguide.....</i> | <i>76</i> |
| <i>Vedlegg B Godkjenning NSD</i> | <i>78</i> |
| <i>Vedlegg C Informasjonsskriv og samtykkeerklæring.....</i> | <i>81</i> |

Figur- og tabelliste

| | |
|---|----|
| Figur 1: TPACK-modellen (Koehler & Mishra, 2012)..... | 9 |
| Figur 2: Oversikt over kategorisering | 38 |
| Tabell 1: Forskjeller mellom kvalitativ og kvantitativ metode (Gall, Gall & Borg, 1996, referert i Ringdal, 2018, s. 110)..... | 22 |

1. Bakgrunn, aktualitet og problemstilling

I dag blir mange ulike digitale verktøy brukt både i skolen, i hjemmet og i arbeidssammenheng. I skolen gjelder digitale ferdigheter som en av de fem grunnleggende ferdighetene i rammeverket for grunnleggende ferdigheter (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 11). I læreplan for matematikk (LK20) fremheves digitale ferdigheter gjennom ulike kompetansemål og kjerneelement i matematikk (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 2-3). Det legges vekt på kompetansemål som har sammenheng med kjerneelementene «utforskning og problemløsning» og «abstraksjon og generalisering» når det kommer til utvikling av elevenes digitale ferdigheter (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 2-3). Digital kompetanse er derfor viktig både når det kommer til utvikling av elevenes grunnleggende ferdigheter og deres faglige utvikling, men det er også viktig for å gjøre elevene til fremtidsrettede ansvarlige samfunnsborgere (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 9). I overordnet del av læreplanverket påpekes det at det er skolen og lærernes ansvar at opplæringen som gis er i samsvar med opplæringsloven og læreplanverket (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 1-2). Som lærer er det derfor viktig å ha inngående digitale kunnskaper, slik at elevene kan lære å bruke digitale tjenester og redskaper på en fornuftig god måte, på lik linje med opplæringen av de resterende fire grunnleggende ferdighetene.

Til tross for at den digitale verden er blitt en del av skolehverdagen er det ikke gitt at bruk av digitale verktøy i klasserommet bidrar til at elevene lærer mer (Blikstad-Balas, 2020, s. 136). Forskningen er delt på dette området. Noen studier peker på fordeler med bruk av digitale verktøy slik som mer varierte måter å undervise på og økt motivasjon hos elevene (Blikstad-Balas, 2020, s. 137-138). På en annen side er det utfordringer knyttet til utenomfaglig bruk ved bruk av digitale verktøy, men forskningen viser at utfordringene var større i tidligere studier enn i nyere studier (Fjørtoft et al., 2019, s. 40-42). Det er uansett vel kjent at læreren er den som har en sentral rolle når det kommer til god undervisning og elevenes læringsutbytte, og ved bruk av digitale verktøy i undervisningen er lærernes digitale kompetanse avgjørende for god klasseledelse (Blikstad-Balas, 2020, s. 145). Derfor er det viktig at lærerne vet hvordan man kan implementere digitale verktøy i undervisningen for å skape gode undervisningsopplegg for elevene.

1.1 Problemstilling og forskningsspørsmål

Studien tar utgangspunkt i følgende problemstilling:

- *Hvordan kan lærere integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn?*

Problemstillingen i seg selv er forankret i Læreplanverket (LK20) der bruk av digitale verktøy handler om elevens grunnleggende ferdigheter, nemlig digitale ferdigheter. De fem grunnleggende ferdighetene er viktige verktøy for læring og faglig forståelse, samt elevens mulighet til å delta i utdanning, arbeid og samfunnsliv (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 11). Problemstillingen fungerer som et overordnet rammeverk for denne studien.

På grunn av omfanget av problemstillingen er det videreutviklet tre forskningsspørsmål:

- *Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne?*
- *Hva slags opplæring tilbys lærerne i bruk av digitale verktøy i undervisningen?*
- *Hvordan organiserer lærerne bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen?*

Det første forskningsspørsmålet fokuserer på hvilken kompetanse lærerne må ha for å kunne integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på en pedagogisk hensiktsmessig måte. Som nevnt er det lærernes ansvar å skape god undervisning som legger til rette for elevenes læring og utvikling, og det er lærernes digitale kompetanse som er avgjørende for god klasseledelse (Blikstad-Balas, 2020, s. 145). Det andre forskningsspørsmålet fokuserer på hvilken opplæring som tilbys til matematikklærere i bruk av digitale verktøy. Dette belyser lærernes forutsetninger for å kunne integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen. Det tredje forskningsspørsmålet handler om hvordan lærerne organiserer matematikkundervisningen for å kunne benytte seg av digitale verktøy. Disse forskningsspørsmålene belyser tre aspekter ved implementering av digitale verktøy i matematikkundervisningen og er derfor et grunnlag for å kunne svare på problemstillingen om hvordan lærere kan integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn.

1.1.1 Begrepsavklaring

Denne oppgaven vil ta for seg flere ulike begreper for å kunne belyse problemstillingen og de ulike forskningsspørsmålene. Digitale verktøy, teknologisk pedagogisk innholdskunnskap og instrumentell orkestrering er essensielle begreper knyttet til denne studien. Derfor presenteres nå en kort forklaring av disse begrepene og hvordan jeg tolker disse begrepene.

Hva digitale verktøy er kan forklares på mange måter. Gilje et al. (2016, s. 149) presenterer begrepene digitale læremidler, digitale læringsressurser og digitale hjelpemidler. Digitale læremidler omhandler digitale løsninger, tjenester og innhold som er laget for å brukes som

læremiddel i skolen, slik som nettsider som er knyttet til lærebøker, pedagogiske læringsspill eller læreverk i digitalt format (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 8). Digitale læringsressurser er all materiale som kan benyttes som læremiddel, men ikke primært er utviklet for bruk i skolen (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 8). Med tilrettelegging kan lærerne integrere disse ressursene inn i undervisningen på en hensiktsmessig måte. Eksempler på digitale læringsressurser er filmer på internett, musikk, digitale oppslagsverk osv. Digitale hjelpemidler er alle digitale gjenstander uten spesifikt innhold, slik som en interaktiv tavle, læringsbrett eller PC (Gilje et al., 2016, s. 149). Denne studien tolker digitale verktøy som et overordnet samlende begrep for både digitale læremidler, digitale læringsressurser og digitale hjelpemidler.

Begrepet «teknologisk pedagogisk innholdskunnskap» blir gjerne forkortet til «TPACK» og handler om en lærers evner til å kunne anvende teknologi, pedagogikk og faglig innhold i undervisning. Dette begrepet utdypes ytterligere i teorikapitlet (2.2 TPACK).

Instrumentell orkestrering omhandler lærerens intensjonelle og systematiske organisering og anvendelse av ulike digitale verktøy som er tilgjengelig for læreren i planlegging og gjennomføring av undervisning (Trouche, 2004, referert i Drijvers et al., 2013, s. 988). I teorikapitlet 2.4 Instrumentell orkestrering forklares dette nærmere.

1.1.2 Avgrensninger

I dette masterprosjektet er jeg nødt til å avgrense prosjektet på grunn av tidsaspektet ved oppgaven, samt geografisk på grunn av at tiden ikke strekker til for å reise rundt. Derfor har jeg valgt å forske på hvordan lærere bruker digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn, der datainnsamlingen vil foregå i Innlandet fylke. Problemstillingen i seg selv avgrenser studien til å fokusere på matematikkundervisning på 4. trinn. Denne studien har på ingen måte som hensikt å sammenligne bruken av digitale verktøy på ulike klassetrinn eller på ulike skoler. Ved utforming av forskningsspørsmålene avgrenses temaet ytterligere ved å presentere studiens interesser.

1.2 Disposisjon

Denne oppgavens struktur er delt inn i kapitler der kapittel 1 tar for seg bakgrunn, aktualitet og problemstilling hvor det blir gitt en presentasjon av bakgrunn og aktualitet for studien samt

problemstilling og forskningsspørsmål. Videre omhandler kapittel 2 teori. I dette kapitlet presenteres relevant teori knyttet til oppgavens tema, problemstilling og forskningsspørsmål. Deretter handler kapittel 3 om metode og er en redegjørelse av studiens metodiske tilnærming. Kapittel 4 viser til studiens resultater, hvor resultatene basert på studiens forskning presenteres. I kapittel 5 presenteres oppgavens diskusjon der problemstillingen og forskningsspørsmålene med utgangspunkt i studiens resultater og teori drøftes. Til slutt presenteres avslutning i kapittel 6. I dette kapitlet vil en avslutning med presentasjon av konklusjon av forskningsspørsmålene og problemstillingen bli gitt, samt forslag til videre forskning og refleksjon over eget arbeid.

2. Teori

Dette kapittelet vil ta for seg teori som vil bli benyttet som grunnlag for drøfting og diskusjon senere i oppgaven. Først vises det til tidligere forskning som er relevant for denne studien. Dernest vil jeg presentere TPACK-modellen som tar for seg samspillet mellom teknologi, pedagogikk og faglig kunnskap i forhold til undervisning i skolen. Presentasjonen av TPACK-modellen vil bidra til å besvare forskningsspørsmålet «*Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne?*». Deretter beskrives bruken av IKT i skolen og lærerutdanningene for å belyse forskningsspørsmålet «*Hva slags opplæring tilbys lærerne i bruk av digitale verktøy i undervisningen?*». Videre forklares det hva instrumentell orkestrering vil si for lærere i undervisningssammenheng. Denne delen i teorikapitlet, samt delen om TPACK-modellen, vil være med på å besvare forskningsspørsmålet «*Hvordan organiserer lærerne bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen?*».

2.1 Tidligere forskning

I søket etter tidligere forskning brukte jeg søkemotorer som Oria, Google, Google Scholar, Utdanningsforskning og Researchgate. I disse søkemotorene søkte jeg på søkeord som var relevant for min problemstilling, som for eksempel TPACK, digital teaching, instrumentell orkestrering, digitale ferdigheter osv. Dette for å finne tidligere forskning som omhandler det samme som problemstillingen og forskningsspørsmålene i denne studien.

I arbeidet med tidligere forskning tok jeg først og fremst utgangspunkt i forskningsspørsmålene mine, for å avgrense søket. I søket etter «*Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne?*» kom jeg fram til artikler jeg ønsket å bruke som kilde i mitt forskningsprosjekt. Søket på for eksempel TPACK gav noen masteroppgaver og andre artikler som igjen viste til Koehler et al. (2013) sin artikkel om «*What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)*» og artikkelen «*Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge*» av Mishra og Koehler (2006). Det samme gjaldt søket etter «*Hvordan organiserer lærerne bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen?*», der søkeord som for eksempel instrumentell orkestrering og digital teaching resulterte i en rekke artikler som omhandler instrumentell orkestrering (Drijvers et al., 2010; Drijvers et al., 2013; Drijvers et al., 2014). Det har også vært problematisk å finne tidligere forskning som omhandler bruk av digitale verktøy på et så lavt trinn som 4. klasse, da mange studier er gjort på ungdomsskolen eller

videregående (Gilje, 2021; Krumsvik et al., 2013). Årsaken til dette kan være at digitale verktøy ikke har vært like lenge i bruk på barneskolen som på ungdomsskolen og på videregående skole.

I søket etter «*Hva slags opplæring tilbys lærerne i bruk av digitale verktøy i undervisningen?*» var studien «Monitor 2019 - En deskriptiv kartlegging av digital tilstand i norske skoler og barnehager» utført av SINTEF svært relevant. Studien tar for seg den digitale kompetanseutviklingen hos lærere på blant annet 4. trinn, der det kommer fram at 83,1 prosent av lærerne benytter «prøving og feiling» i sin kompetanseutvikling knyttet til bruk av IKT i skolen (Fjørtoft et al., 2019, s. 82). Studien sier også noe om «*Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne?*», der lærernes digitale ferdigheter presenteres. Lærerne svarer selv på hvordan de mestrer ulike oppgaver, og rapporten viser at opptil 90 prosent av lærerne i studien (fra 4. trinn, 7. trinn, 9. trinn i grunnskolen og videregående skole 2. trinn) kan med litt hjelp eller uten hjelp klare alle oppgavene utenom én (Fjørtoft et al., 2019, s. 77). Oppgaven som 17,2 prosent av lærerne svarte at de ikke mestrer er å «utføre og presentere beregninger på et regneark». Likevel kommer det fram i studien at 70,2 prosent av lærere på 4. trinn i matematikk bruker datamaskin i stor grad eller svært stor grad. Studien viser også elevenes bruk av datamaskin på 4. trinn, og der kommer det fram at elevene bruker datamaskin mest i matematikk av alle fag (Fjørtoft et al., 2019, s. 30). 42,6 prosent oppgir at de bruker datamaskin ganske ofte eller alltid i matematikk, der 69,3 prosent bruker datamaskin til å løse matematikkoppgaver (Fjørtoft et al., 2019, s. 30).

2.2 TPACK

Det å undervise i skolen er en svært komplisert handling. Det er mange faktorer som spiller inn på hva en lærer må gjøre både i forkant, underveis og i etterkant av en undervisningsøkt. Som lærer må man ta i betraktning både hvordan elevene tenker og lærer, og lærerens egen kunnskap i det som skal undervises (Mishra & Koehler, 2006, s. 1020). TPACK er en modell som synliggjør hvilke typer kunnskap en lærer må inneha for å kunne gjennomføre en god undervisningsøkt som innebærer bruk av digitale verktøy (Mishra & Koehler, 2006, s. 1029). I dette delkapitlet presenteres først TPACK-modellen i et historisk perspektiv, for så å beskrive de ulike komponentene i TPACK-modellen.

2.2.1 TPACK-modellen i historisk perspektiv

Historisk sett ble det i lærerutdanningene fokusert mye på den faglige kunnskapen til lærerne, men lite på pedagogikk (Shulman, 1986, s. 6). Dette innebar at lærere kunne ha mye kunnskap innenfor fagene, men ikke nødvendigvis like mye kunnskap om hvordan de skulle lære kunnskapen bort til andre (Shulman, 1986, s. 8). Etter hvert har fokuset skiftet fra kun den faglige kompetansen til å omhandle den pedagogiske kunnskapen, men ofte på bekostning av den faglige kunnskapen hos lærerne (Ball & McDiarmid, 1990, referert i Mishra & Koehler, 2006, s. 1020). Dermed kunne pedagogikk og faglig kunnskap bli sett på som to separerte enheter innenfor lærerutdanningene (Shulman, 1986, s. 7-8). For å motvirke denne trenden med to separerte enheter av pedagogikk og faglig kunnskap, foreslo Shulman (1986, s. 9) begrepet «Pedagogical Content Knowledge» (PCK) som kan oversettes til «Pedagogisk innholdskunnskap», for å se på forholdet mellom pedagogikk og faglig kunnskap.

Pedagogisk innholdskunnskap omhandler både pedagogikken lærerne trenger for å undervise samt den faglige kunnskapen som er nødvendig i undervisningen for å kunne skape gode undervisningsøkter (Mishra & Koehler, 2006, s. 1021). Shulman (1986, s. 9-10) påpeker at det ikke er tilstrekkelig å kun ha kunnskap om faglig innhold og pedagogiske strategier for å være gode lærere. Når en lærer skal planlegge undervisningen må læreren ta mange ulike aspekt i betraktning for å kunne presentere faglige emner på en forståelig måte for elevene. Dette beskrev Shulman (1986, s. 9-10) som «pedagogisk innholdskunnskap», nettopp fordi det innebærer kunnskapen som omhandler undervisningsprosessen.

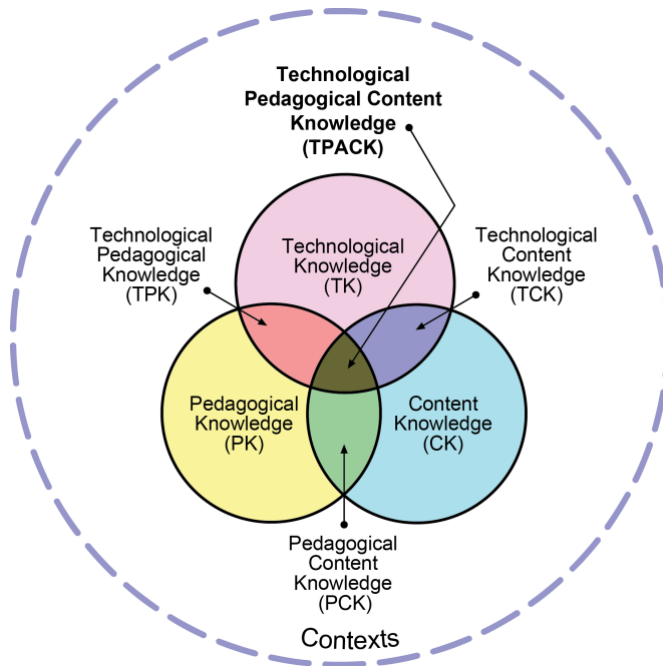
I undervisningssammenheng er det viktig at lærerne kan bruke både sin pedagogiske kunnskap og den faglige kunnskapen samtidig, ved å se på hva som er mest hensiktsmessig og relevant for elevene å lære og hvordan lærerne skal formidle fagkunnskapen (Mishra & Koehler, 2006, s. 1021). Formålet med pedagogisk innholdskunnskap er å se på hvordan faglig kunnskap blir rekonstruert for å undervises bort til andre, for eksempel når en lærer finner ulike måter å gjengi faglig kunnskap til elever ved hjelp av ulike former for representasjoner. Dette betyr at man i skjæringspunktet mellom pedagogikk og faglig kunnskap vil finne de metodene en lærer på best mulig vis kan representere og formulere faglig kunnskap på som er forståelig for andre (Shulman, 1986, s. 9).

Siden Shulman presenterte begrepet pedagogisk innholdskunnskap i 1987 og satte temaet på dagsordenen, har det vært et mye anvendt begrep i lærerutdanninger (Mishra & Koehler, 2006, s. 1022) Begrepet hjelper til med å eliminere avstanden mellom den faglige kunnskapen og pedagogikken. Når Shulman introduserte pedagogisk innholdskunnskap som begrep på 1980-tallet, ble ikke nødvendigvis teknologi sett på som noe som kunne være utfordrende for lærere (Mishra & Koehler, 2006, s. 1023). Teknologi i skolen innebar kun overheadprojektorer, skrivemaskiner og plakater med tabeller og diagrammer, som lærere ikke så på som utfordrende å bruke. Det som har endret seg siden slutten av 80-tallet, er at teknologi har fått en større rolle i dagens klasserom, og at det stilles mye større krav til lærerne for hvordan disse digitale verktøyene skal brukes i sammenheng med det faglige og det pedagogiske i en undervisningssituasjon (Mishra & Koehler, 2006, s. 1023). I arbeidet med hvordan en lærer kan formidle den faglige kunnskapen på best mulig måte ved hjelp av ulike former for representasjoner, spiller teknologien altså en langt større rolle enn tidligere (Mishra & Koehler, 2006, s. 1023). I dag gjør teknologi det mulig for lærerne å gi elevene tilgang til programmer som kan gi ulike eksempler, fremstillinger, forklaringer eller demonstrasjoner av faglig innhold på måter man ikke hadde mulighet til tidligere.

Det er mange lærere som av ulike årsaker ikke nødvendigvis tar i bruk den teknologien de har tilgjengelig. Dette kan være på grunn av frykt for endringer, eller mangel på tid eller opplæring (Mishra & Koehler, 2006, s. 1023). Før fokuset på teknologi økte var utviklingen innen teknologi liten i skolen, noe som gjorde at det ikke var noe krav til å videreutvikle teknologisk kunnskap hos lærere (Mishra & Koehler, 2006, s. 1023-1024). I løpet av de siste årene har utviklingen av teknologi og programvarer eskalert, noe som igjen gjør at lærere har behov for å tilegne seg ny kunnskap for å kunne benytte seg av denne nye teknologien. Siden forholdene mellom den faglige, pedagogiske, og den teknologiske kunnskapen er så komplekse i dagens klasserom, vil det være unaturlig å se på teknologisk kunnskap som en enhet som er adskilt fra den faglige og den pedagogiske kunnskapen lærere er nødt til å beherske (Mishra & Koehler, 2006, s. 1025). Det handler ikke kun om å ha kompetanse til å bruke de teknologiske verktøyene og programvarene man får tildelt, men å lære seg teknikker og ferdigheter som man kan bruke for å stadig utvikle sin digitale kompetanse (Mishra & Koehler, 2006, s. 1023). Likevel påpeker Mishra og Koehler (2006, s. 1024) at sammenlignet med pedagogikk og faglig kunnskap er teknologisk kunnskap ofte blitt sett på som kunnskap som er adskilt fra lærerens nødvendige samlede kunnskap.

2.2.2 TPACK-modellen

For å illustrere sammenhengen mellom teknologi, faglig innhold og pedagogikk, har Mishra og Koehler (2006, s. 1025) laget denne modellen hvor man kan se hvordan de ulike komponentene overlapper hverandre (figur 1):



Figur 1: TPACK-modellen (Koehler & Mishra, 2012).

Modellen kan oversettes slik:

«content knowledge» (CK) = innholdskunnskap/faglig kunnskap,
«pedagogical knowledge» (PK) = pedagogisk kunnskap, og
«technological knowledge» (TK) = teknologisk kunnskap.

Videre viser TPACK-modellen 3 nye faktorer hvor de ulike komponentene (innholdskunnskap, pedagogisk kunnskap og teknologisk kunnskap) overlapper hverandre:

«pedagogical content knowledge» (PCK) = pedagogisk innholdskunnskap,
«technological pedagogical knowledge» (TPK) = teknologisk pedagogisk kunnskap, og
«technological content knowledge» (TCK) = teknologisk innholdskunnskap.

I midten av dette venndiagrammet hvor alle de ulike faktorene overlapper hverandre er det området som blir beskrevet som «technological pedagogical content knowledge» (TPACK) = teknologisk pedagogisk innholdskunnskap.

2.2.2.1 Innholdskunnskap

Innholdskunnskap innebærer den faglige kunnskapen som en lærer har for å undervise elever (Mishra & Koehler, 2006, s. 1026). Det er en selvfølge at en lærer trenger bred kunnskap innenfor det faget han eller hun skal undervise i, og samtidig kjenner til sentrale fakta, teorier og prosedyrer som omhandler faget (Mishra & Koehler, 2006, s. 1026). Innholdskunnskapen for å undervise i for eksempel matematikk er selvsagt ikke den samme innholdskunnskapen for å undervise i mat og helse. Det er viktig å påpeke at om en lærer har mangelfull innholdskunnskap og lite forståelse for faget, kan det resultere i at mange elever misoppfatter kunnskapen læreren presenterer (Ball & McDiarmid, 1990, referert i Mishra & Koehler, 2006, s. 1026).

2.2.2.2 Pedagogisk kunnskap

Pedagogisk kunnskap handler om hvordan lærerne kan lære bort kunnskap. Det er kunnskapen en lærer har om læringsprosesser, læringsteorier og teknikker for å etablere god undervisning og læring blant elever (Mishra & Koehler, 2006, s. 1026). Dette innebærer inngående kunnskap om klasseromsledelse, elevlæring, utvikling, undervisningsplanlegging og elevenevaluering (Mishra & Koehler, 2006, s. 1026-1027). Å ha bred kunnskap innenfor pedagogikk vil si å forstå både kognitive, sosiale og utviklingsteorier om læring og hvordan det påvirker elevene i klasserommet. Derfor vil det å ha bred kunnskap innenfor pedagogikk være essensielt for at lærerne skal vite hvordan elevene utvikler seg og tilegner seg kunnskap (Mishra & Koehler, 2006, s. 1027).

2.2.2.3 Pedagogisk innholdskunnskap

Pedagogisk innholdskunnskap handler om å vite hvilke undervisningsmetoder og tilnærminger som vil fungere i henhold til det innholdet som skal undervises, samt hvordan de ulike delene av innholdet i faget kan tilrettelegges for å gi en best mulig undervisning (Mishra & Koehler, 2006, s. 1027). Dette er kunnskap som vil skille en lærer fra en person som har et fag som disiplinærfelt og er ekspert på området, nettopp fordi læreren innehar både innholdskunnskap og pedagogisk kunnskap. Samtidig skiller denne kunnskapen seg fra den generelle pedagogikken som en lærer deler med lærere i andre fag, da den generelle pedagogikken ikke er fagspesifikk (Mishra & Koehler, 2006, s. 1027). Pedagogisk innholdskunnskap innebærer dermed kunnskap om pedagogiske teknikker, elevenes

forkunnskaper, undervisningsstrategier og elevenes misoppfatninger og hvordan læreren kan håndtere disse misoppfatningene (Mishra & Koehler, 2006, s. 1027). Begrepet viser dessuten til kunnskap om hva elevene kan tilføre i en læringssituasjon, både det som kan være meningsfylt og skapende, men også det som kan være ødeleggende for den aktuelle læringsaktiviteten (Mishra & Koehler, 2006, s. 1027).

2.2.2.4 Teknologisk kunnskap

Med teknologisk kunnskap mener Mishra og Koehler (2006, s. 1027) all kunnskap om bruk av alt fra standardteknologier, som for eksempel bøker, tavler og kritt, til mer avansert teknologi slik som internett og digitale enheter. Teknologisk kunnskap vil si de ferdighetene man må inneha for å kunne bruke forskjellig teknologi, som for eksempel ulike operativsystemer, digitale programmer, apper og digitale enheter (Mishra & Koehler, 2006, s. 1027). I tillegg handler det om å ha kunnskap om hvordan man installerer og avinstallerer digitale programvarer, eksterne enheter og hvordan man oppretter og arkiverer dokumenter og lignende (Mishra & Koehler, 2006, s. 1027). Som lærer vil teknologisk kunnskap også innebære evnen læreren har til å tilegne seg kunnskap om ny teknologi etter hvert som den digitale verden endrer seg, da teknologi er et område som er i konstant utvikling (Mishra & Koehler, 2006, s. 1027-1028). Appene som ble brukt i undervisningssammenheng i for eksempel 2015, kan allerede i dag være utdaterte. Derfor kreves det i høy grad at læreren evner å tilpasse seg i takt med den teknologiske utviklingen.

2.2.2.5 Teknologisk innholdskunnskap

Teknologisk innholdskunnskap handler om hvordan teknologi og faglig kunnskap henger sammen. Selv om teknologi kan ha noen begrensninger når det kommer til hvilken måte noe faglig kan presenteres, kan teknologien samtidig gi nye og stadig mer varierte representasjonsformer av det faglige innholdet nettopp fordi ny teknologi stadig utvikles (Mishra & Koehler, 2006, s. 1028). Det vil ikke være nok at en lærer kun kjenner til det faglige innholdet som det skal undervises i, læreren må i tillegg ha kunnskap om hvordan teknologien kan hjelpe til med å presentere innholdet på nye og varierte måter (Mishra & Koehler, 2006, s. 1028). For eksempel er det langt enklere å illustrere og visualisere geometriske figurer i GeoGebra enn på en tavle eller på papir, ettersom de sistnevnte kun viser 2-dimensjonale figurer. Slik vil elevene kunne lære om geometriske figurer, samt

sammenhengen mellom geometriske funksjoner og bevis på en helt annen måte enn uten digitale verktøy.

2.2.2.6 Teknologisk pedagogisk kunnskap

Teknologisk pedagogisk kunnskap innebærer kunnskap om hvilke digitale verktøy som finnes, og hvordan disse kan brukes i undervisningssammenheng, samt viten om hvordan undervisning kan endres ved hjelp av ulike former for teknologi (Mishra & Koehler, 2006, s. 1028). Dette innebærer å ha evnen til å velge et digitalt verktøy for en bestemt oppgave basert på egenskapene verktøyet har, slik at valget av digitale verktøy ikke er tilfeldig, men valgt for å gi best mulig presentasjon av temaet som skal undervises (Mishra & Koehler, 2006, s. 1028). Et eksempel kan være en lærer som benytter seg av en interaktiv tavle eller en projektor i undervisningen for at elevene skal kunne vise resten av klassen oppgaver eller annet arbeid de har gjort på sine digitale verktøy (for eksempel PC eller læringsbrett). Dette ville vært vanskeligere å gjennomføre hvis læreren og elevene ikke hadde hatt mulighet til å benytte seg av digitale verktøy. Derfor vil dette være et godt eksempel på et bevisst valg av et bestemt digitalt verktøy med utgangspunkt i verktøyets muligheter og begrensninger.

2.2.2.7 Teknologisk pedagogisk innholdskunnskap

Teknologisk pedagogisk innholdskunnskap er den komplekse kunnskapen som innebærer alle tre komponentene teknologi, pedagogikk og faglig kunnskap (Mishra & Koehler, 2006, s. 1028). Teknologisk pedagogisk innholdskunnskap er grunnlaget for god undervisning med teknologi og krever en dyp forståelse om

[...] the representation of concepts using technologies; pedagogical techniques that use technologies in constructive ways to teach content; knowledge of what makes concepts difficult or easy to learn and how technology can help redress some of the problems that students face; knowledge of students' prior knowledge and theories of epistemology; and knowledge of how technologies can be used to build on existing knowledge and to develop new epistemologies or strengthen old ones. (Mishra & Koehler, 2006, s. 1029).

På grunn av dette er teknologisk pedagogisk innholdskunnskap en sammensatt kunnskap som er essensiell i læreres arbeid med undervisning med teknologi. Dette er kunnskap som vil

skille seg fra kunnskapen til en som er ekspert på teknologi eller en ekspert innenfor et fagfelt, samtidig som denne kunnskapen skiller seg fra den generelle kunnskapen lærere deler når det kommer til pedagogikk på tvers av ulike fag (Mishra & Koehler, 2006, s. 1028-1029). Lærerne trenger, slik Mishra og Koehler (2006, s. 1029) påpeker, kunnskap som innebærer en forståelse av forholdet mellom teknologi, fagkunnskap og pedagogikk for å skape gode undervisningsøkter. Disse tre komponentene som er grunnlaget for TPACK-modellen er gjensidig avhengig av hverandre, noe som betyr at om man endrer for eksempel innholdet i en undervisningsøkt, så endres også pedagogikken og teknologien for undervisningsøkten. På grunn av dette er ingen av komponentene isolert fra hverandre. Et godt eksempel kan være at når en lærer underviser i geometri (innholdskunnskap) vil valg av undervisningsmetode (pedagogikk) og valg av digitale verktøy slik som GeoGebra (teknologi) endres om læreren skulle endre innholdskunnskapen og dermed undervise i for eksempel norsk eller et helt annet tema i matematikk. På grunn av dette og innføringen av ny moderne teknologi i skolen må kunnskapen om pedagogikk og faglig kunnskap som lærerne har for å skape gode undervisningsøkter rekonstrueres og tilpasses den nye teknologien (Mishra & Koehler, 2006, s. 1030). Implementeringen av teknologi i klasserommet og undervisningen vil ikke være det samme som å lære et nytt fag for lærerne, nettopp fordi det påvirker all undervisning med kunnskap om pedagogiske valg og fagkunnskap, og derfor krever at lærerne tenker på nye måter for å skape god undervisning.

2.3 IKT i skolen og lærerutdanninger

Ettersom teknologi er kommet for å bli i klasserommene, er det en selvfølge at teknologisk kunnskap er blitt en nødvendig del av lærernes samlede kunnskap. Til tross for at dette er en nødvendig del av lærerens kunnskap for å praktisere god undervisning, er det som nevnt ikke alle lærere som tar i bruk teknologi i klasserommet. Dette er både på grunn av frykten for endringer og mangelen på tid eller opplæring i bruk av digitale verktøy (Mishra & Koehler, 2006, s. 1023). Studien «Monitor 2019 - En deskriptiv kartlegging av digital tilstand i norske skoler og barnehager» viser at 83,1 prosent av lærerne på 4. trinn har svart at de «i stor grad» eller «i svært stor grad» bruker «prøving og feiling» som metode for å utvikle sin kompetanse knyttet til bruk av IKT i skolen (Fjørtoft et al., 2019, s. 82). Videre kommer det fram at det er under en tredjedel av lærerne som svarer at de har interne kurs, eksterne kurs eller videreutdanning med studiepoeng (henholdsvis 31 prosent, 16 prosent og 10 prosent) for å utvikle sin kompetanse knyttet til bruk av IKT i skolen (Fjørtoft et al., 2019, s. 82).

Til og med i lærerutdanningene er det mangel på opplæring i bruk av digitale verktøy. Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning (NIFU) påpeker at det er få universitet og høyskoler som satser tydelig på IKT i lærerutdanningene, med en helhetlig tilnærming for å utvikle studentenes profesjonsfaglige digitale kompetanse (Tømte et al., 2013, s. 28). I de lærerutdanningene der det er satset på IKT på denne måten, er satsningen preget av engasjerte enkeltpersoner blant ledelsen eller forelesere (Tømte et al., 2013, s. 39). Rapporten utført av Daus et al. (2019, s. 38) kom frem til at lærerutdannerne som underviste i lærerutdanningene uttrykte at de la til rette for at lærerstudentene deres kunne utvikle sin profesjonsfaglige digitale kompetanse innenfor både fag og grunnleggende ferdigheter. Likevel gav resultatene et inntrykk av at lærerstudentenes digitale ferdigheter ikke var sterkt prioritert. Dette fordi andelen lærerutdannere som svarte at de «i stor grad» la til rette for at lærerstudentene skal lære hvordan man bruker ulike digitale verktøy til for eksempel å «stimulere elever til å oppnå fagenes kompetansemål» eller «støtte utvikling av elevens grunnleggende ferdigheter», var lav (Daus et al., 2019, s. 38). Slike utfordringer i lærerutdanningen gjør at lærerstudentene settes i en vanskelig situasjon, ettersom utdanningen ikke overordnet satser helhetlig på opplæring i bruk av IKT i skolen. Dette gjør at utdanningen lærerstudentene får blir «i verste fall noe tilfeldig når det gjelder i hvilken grad de forberedes på å selv undervise ved hjelp av IKT i egen lærerprofesjon» (Tømte et al., 2013, s. 39).

Til tross for at det kan virke som at lærerutdanningene satser lite på opplæring i bruk av IKT i skolen, er satsningen i skolen i positiv utvikling (Fjørtoft et al., 2019, s. 50). Rapporten Monitor-2019 viser resultatene fra 2019 sammenlignet med rapporten Monitor-2016 fra 2016, der skoleledere ble spurt om skolens planer knyttet til IKT. I rapporten fra 2019 svarte 65,2 prosent at de er «helt enig» eller «delvis enig» i påstanden «Skolen har en plan for systematisk kompetanseheving i digital kompetanse hos personalet», mens i 2016 mente kun 40,7 prosent at påstanden «passer helt» eller «passer delvis» for skolen (Fjørtoft et al., 2019, s. 50).

Mishra og Koehler (2006, s. 1032) argumenter gjennom sine funn i arbeidet med TPACK, for at det finnes flere utfordringer knyttet til læreres kompetanseutvikling innen IKT i skolen. Blant annet er det en utfordring at teknologien er i konstant utvikling, og at opplæring i for eksempel et spesifikt program eller et digitalt verktøy ikke vil gi bred kunnskap innen bruk av digitale verktøy (Mishra & Koehler, 2006, s. 1031-1032). Denne «brede kunnskapen» eller

«dype forståelsen» for bruk av digitale verktøy kan tolkes som dagens begrep om dybdeløring. Dybdeløring handler om å kunne noe så godt at man forstår sammenhenger og vet hvordan man kan anvende denne kunnskapen i nye situasjoner (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 1). Med denne definisjonen av dybdeløring kan det argumenteres for at oppløringen med kurs i spesifikke digitale verktøy ikke fremmer dybdeløring i bruk av digitale verktøy i undervisningssammenheng. Mishra og Koehler (2006, s. 1035-1036) foreslår en prosjektbasert oppløring av lærere i bruk av digitale verktøy i undervisningssammenheng der læringsprosessen er selve målet. Prosjektene er av typen der lærerne jobber sammen og må bruke teknologien selv for å kunne løse prosjektet de jobber med, som for eksempel å lage en video om selvvalgt tema. En slik fremgangsmåte for å lære noe nytt har flere likheter med hvordan læreren kan legge til rette for dybdeløring hos elevene i skolen. «Dybdeløring forutsetter at det er en god progresjon i elevenes læringsarbeid som tilpasses elevenes ulike forkunnskaper og erfaringer. Dette innebærer at kompetansemål og lærestoff må skape muligheter for gradvis mer nyansert forståelse og kompleks oppgaveløsning» (NOU 2014: 7, s. 11). På samme måte som dybdeløring er en læringsprosess som utvikles over tid og krever gradvis mer nyansert forståelse og kompleks oppgaveløsning, vil teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kreve at læreren stadig lærer mer om bruk av digitale verktøy i klasserommet og utvikler denne kunnskapen.

2.4 Instrumentell orkestrering

Instrumentell orkestrering defineres som lærerens intensjonelle og systematiske organisering og bruk av ulike verktøy som er tilgjengelige i det digitaliserte læringsmiljøet i en matematisk lærings situasjon, for å kunne veilede elevenes instrumentelle genesis (Trouche, 2004, referert i Drijvers et al., 2013, s. 988). Den instrumentelle genesis forklarer Drijvers et al. (2010, s. 214) slik:

[...] the use of a technological tool involves a process of instrumental genesis, during which the object or artefact is turned into an instrument. This instrument is a psychological construct, which combines the artefact and the schemes [...] the user develops to use it for specific types of tasks. In such instrumentation schemes, technical knowledge about the artefact and domain-specific knowledge (in this case, mathematical knowledge) are intertwined. Instrumental genesis, therefore, is essentially the co-emergence of schemes and techniques for using the artefact.

Som nevnt innledningsvis, forutsetter denne instrumentelle genesis til elevene veiledning av læreren, og det er dette instrumentell orkestrering handler om. Instrumentell orkestrering består av tre elementer; didactical configuration (didaktisk konfigurasjon), exploitation mode (utnyttelsesmodus) og didactical performance (didaktisk forestilling) (Drijvers et al., 2010, s. 215). I tillegg finnes det åtte ulike typer for instrumentell orkestrering som alle består av de tre elementene didaktisk konfigurasjon, utnyttelsesmodus og didaktisk forestilling. Videre i dette delkapitlet presenteres først de tre elementene instrumentell orkestrering består av. Deretter presenteres de åtte ulike typene av instrumentell orkestrering med eksempler som viser hvordan de inneholder didaktisk konfigurasjon, utnyttelsesmodus og didaktisk forestilling.

2.4.1 Didaktisk konfigurasjon

Didaktisk konfigurasjon handler om lærerens organisering av gjenstander i det læringsmiljøet en undervisningsøkt skal foregå i. Dette er noe en lærer er nødt til å gjøre som en del av forberedelsene til en undervisningsøkt, da didaktisk konfigurasjon ikke nødvendigvis kan endres på underveis i timen (Drijvers et al., 2010, s. 215). Et eksempel er en lærer som skal forberede seg til en undervisningsøkt i matematikk. I forberedelsene før undervisningsøkten må læreren for eksempel organisere hvordan elevenes pulter står i forhold til hverandre og eventuelt en interaktiv tavle, eller planlegge hvilke artefakter (for eksempel læringsbrett) elevene trenger tilgang til for å kunne gjennomføre oppgavene de får tildelt.

2.4.2 Utnyttelsesmodus

Utnyttelsesmodus handler om hvordan læreren utforsker og benytter seg av gjenstandene i læringsmiljøet for best mulig læring, altså om hvordan læreren utnytter den didaktiske konfigurasjonen. Utnyttelsesmodus kan både sees på som en del av forberedelsene og som en del av det som skjer underveis i undervisningsøkten. Dette er fordi utnyttelsesmodus handler om for eksempel beslutninger læreren må ta når det kommer til hvilke oppgaver som skal introduseres og hvilke roller de ulike gjenstandene skal ha, noe som både kan planlegges på forhånd og som kan bestemmes underveis i undervisningsøkten (Drijvers et al., 2010, s. 215). Et eksempel på dette kan være at en lærer viser hvordan elevene kan benytte seg av GeoGebra for å lage en geometrisk figur, for så å gi elevene lignende oppgaver å løse på egenhånd. I dette eksemplet er det en forutsetning at læreren har en datamaskin og prosjektor/interaktiv

tavle tilgjengelig (didaktisk konfigurasjon), men også at læreren velger å benytte seg av den didaktiske konfigurasjonen til fordel for sine didaktiske intensjoner (utnyttelsesmodus).

2.4.3 Didaktisk forestilling

Didaktisk forestilling handler om de ulike her-og-nå beslutningene en lærer er nødt til å ta i den didaktiske konfigurasjonen og utnyttelsesmoduset læreren befinner seg i (Drijvers et al., 2010, s. 215). Dette kan være beslutninger om hvilke spørsmål læreren skal stille, hvordan læreren skal svare på innspill og spørsmål fra elevene, hvilke innspill fra elevene læreren skal fokusere på eller uventede komplikasjoner som kan oppstå med oppgaver som skal løses eller digitale verktøy (Drijvers et al., 2010, s. 215). Et eksempel kan være at læreren oppdager at enkelte elever sliter med den samme misoppfatningen om at halvparten av et desimaltall (for eksempel 6,10) er halvparten av tallene uavhengig av hverandre (6,10 blir til 3,5). Læreren kan da velge å ha en felles gjennomgang på en interaktiv tavle, med utgangspunkt i en av elevens forslag til løsning på oppgaven, for slik å diskutere denne misoppfatningen sammen i klassen. I dette eksemplet er ikke handlingene og beslutningene læreren gjør bestemt på forhånd, og de utgjør derfor en didaktisk forestilling.

2.4.4 Ulike typer instrumentell orkestrering

De åtte ulike typene instrumentell orkestrering som omhandler bruk av teknologi, kalles *Technical-demo*, *Explain-the-screen*, *Link-screen-board*, *Discuss-the-screen*, *Guide-and-explain*, *Spot-and-show*, *Sherpa-at-work* og *Work-and-walk-by* (Drijvers et al., 2013, s. 999; Drijvers et al., 2014, s. 191-192). Nå presenteres disse åtte ulike typene for instrumentell orkestrering i relasjon til didaktisk konfigurasjon og utnyttelsesmodus. Didaktisk forestilling vil og være til stede i alle de åtte ulike typene for instrumentell orkestrering, men da didaktisk forestilling handler om ulike her-og-nå beslutninger læreren gjør er det lite hensiktsmessig å vise eksempler for dette.

2.4.4.1 Technical-Demo

Dette er instrumentell orkestrering som i hovedsak omhandler det teknologiske, og innebærer hvordan læreren viser hvordan elevene skal bruke det digitale verktøyet (Drijvers et al., 2014, s. 191). Et eksempel på dette er når en lærer ønsker å vise elevene hvordan de skal bruke et program på sine læringsbrett, og læreren demonstrerer dette på lerret ved hjelp av en projektor. Tar man for seg den didaktiske konfigurasjonen, vil denne typen instrumentell

orkestrering kreve tilgang til teknologi, samt muligheter for læreren å kunne presentere sine demonstrasjoner med for eksempel en projektor på et lerret slik at elevene kan følge med. Dermed kan læreren demonstrere en ny teknikk i en oppgave eller situasjon, eller for eksempel bruke elevarbeid for å lære elevene nye teknikker til å bruke ulike digitale verktøy. Dette er et eksempel på utnyttelsesmodus innen technical-demo (Drijvers et al., 2014, s. 191).

2.4.4.2 Explain-the-screen

Explain-the-screen er en form for instrumentell orkestrering som innebærer at læreren bruker interaktiv tavle eller andre digitale verktøy i undervisningen, for å forklare noe for hele klassen (Drijvers et al., 2014, s. 192). I denne sammenhengen er det ikke bare det teknologiske som forklares, men også det matematiske innholdet som det undervises i. Et eksempel på explain-the-screen kan være at læreren aktivt bruker funksjonene i GeoGebra for å forklare elevene en graf. Den didaktiske konfigurasjonen i explain-the-screen er den samme som i technical-demo, da det kreves at læreren har tilgang til teknologien og mulighetene til å vise dette for elevene (Drijvers et al., 2014, s. 192). I utnyttelsesmodus kan læreren velge å for eksempel ta utgangspunkt i en oppgave som elevene har jobbet med, eller en ny oppgave (Drijvers et al., 2014, s. 192).

2.4.4.3 Link-screen-board

I link-screen-board vektlegges lærerens sammenkobling mellom det teknologiske og den mer tradisjonelle formen for representasjon av matematikk, som for eksempel i lærebøker og på krittavler (Drijvers et al., 2014, s. 192). I link-screen-board vil læreren i den didaktiske konfigurasjonen måtte sørge for at et eventuelt lerret eller interaktiv tavle vil være synlig for elevene, men også at den tradisjonelle krittavlen er godt synlig. Når det kommer til utnyttelsesmodus i denne typen orkestrering, kan det på samme måte som med explain-the-screen starte med at læreren viser en oppgave på tavlen eller lerretet (Drijvers et al., 2014, s. 192).

2.4.4.4 Discuss-the-screen

Discuss-the-screen er en form for instrumentell orkestrering hvor hele klassen diskuterer noe som vises på skjermen fra det læreren underviser om. Dette kan være noe som læreren selv har funnet frem til, eller noe elevene har arbeidet med tidligere slik at læreren tar utgangspunkt i elevene sine tanker (Drijvers et al., 2014, s. 192). Et eksempel kan være at

læreren underviser i multiplikasjon og tar utgangspunkt i en tallinje for å skape diskusjoner i klassen om at $4 + 4 + 4$ er det samme som 3×4 . Med henhold til den didaktiske konfigurasjonen vil det være avgjørende at læreren har tilgang til teknologien som trengs for å kunne vise frem det som er på datamaskinen, samt tilgang til tidligere elevarbeid og mulighet for å kunne plassere elevene slik at alle kan se på lerretet og delta i diskusjonen (Drijvers et al., 2014, s. 192). Utnyttelsesmodus i *discuss-the-screen* innebærer at læreren kan ta utgangspunkt i noe som kan være med på å skape gode diskusjoner innad i klassen, for eksempel en oppgave eller et problem hvor elevene diskuterer og kommer med innspill slik som i eksemplet med multiplikasjon (Drijvers et al., 2014, s. 192).

2.4.4.5 Guide-and-explain

Denne formen for instrumentell orkestrering er en blanding mellom *explain-the-screen* og *discuss-the-screen* (Drijvers et al., 2013, s. 999). Dette fordi læreren forklarer for elevene (slik som i *explain-the-screen*), men gir rom for innspill fra elevene som ikke skaper store diskusjoner. Fordi det ikke er noen åpen diskusjon der elevene kun diskuterer hva skjermen viser, skiller *guide-and-explain* seg fra *discuss-the-screen* (Drijvers et al., 2013, s. 999). Når det kommer til den didaktiske konfigurasjonen, deler den de samme forutsetningene som *discuss-the-screen* og *explain-the-screen* med tanke på tilgangen til teknologi. Eksempler på dette kan være at klasserommet har en projektor eller interaktiv tavle og at klasserommet er egnet for at elevene skal kunne følge med (Drijvers et al., 2013, s. 999). Når det kommer til utnyttelsesmodus, gir som nevnt læreren en kortere forklaring på hva som skjer på skjermen enn i *explain-the-screen*, da *guide-and-explain* handler om at læreren veileder elevene i riktig retning. Samtidig stiller læreren mer korte og lukkede spørsmål til elevene (Drijvers et al., 2013, s. 999).

2.4.4.6 Spot- and-show

Spot-and-show er instrumentell orkestrering hvor læreren henter frem elevenes tidligere arbeid i forberedelsene til en undervisningsøkt, for så å bevisst bruke det tidligere arbeidet til diskusjoner og resonnering i undervisningsøkten (Drijvers et al., 2014, s. 192). Et godt eksempel er å ta utgangspunkt i en oppgave mange elever har gjort feil på en prøve, for sammen å komme fram til riktig svar. Når det kommer til den didaktiske konfigurasjonen vil denne formen for orkestrering innebære tilgang på tidligere elevarbeid, enten i papirform eller ved hjelp av digitale verktøy (Drijvers et al., 2014, s. 192). Under utnyttelsesmodus kan

læreren la elevene få forklare hva de har tenkt og forklare hvorfor de har gjort det slik, samt stille spørsmål til medelever og få tilbakemelding på sitt arbeid (Drijvers et al., 2014, s. 192).

2.4.4.7 Sherpa-at-work

Sherpa-at-work er instrumentell orkestrering der en elev bruker teknologien til å presentere for eksempel sitt eget arbeid eller noe som læreren ber eleven forklare og demonstrere for resten av klassen, ved hjelp av digitale verktøy (Drijvers et al., 2014, s. 192). Denne eleven, også kalt Sherpa-elev, beskriver Trouche (2004, s. 289) som en elev som hjelper læreren og de andre elevene i klassen ved å styre de digitale verktøyene på vegne av lærer og medelever. Et eksempel kan være at en elev har løst en oppgave på en annen måte enn andre i klassen, og dermed viser og forklarer sin løsning på en interaktiv tavle for resten av klassen. I den didaktiske konfigurasjonen vil det på samme måte som andre typer instrumentell orkestrering, være nødvendig med tilgang til teknologien som skal brukes, en utforming av klasserommet som bidrar til at Sherpa-eleven får kontroll over teknologien, samt at alle elevene er i stand til å følge med på hva som skjer (Drijvers et al., 2014, s. 192). Når det kommer til utnyttelsesmodus kan læreren å be en elev presentere og forklare eget arbeid, samt at medelever kan stille spørsmål til Sherpa-eleven og be hen om å utføre handlinger ved hjelp av de digitale verktøyene som Sherpa-eleven råder over (Drijvers et al., 2014, s. 192).

2.4.4.8 Work-and-walk-by

Work-and-walk-by innebærer at elevene jobber alene eller sammen, mens læreren går rundt i klasserommet og hjelper de av elevene som behøver veiledning. I denne formen for instrumentell orkestrering består den didaktiske konfigurasjonen av at elevene sitter på sine plasser eller sammen med andre elever hvor de jobber på sine digitale enheter, samtidig som klasserommet må være organisert slik at det er fysisk mulig for læreren å kunne hjelpe alle elevene (Drijvers et al., 2014, s. 192). Når det kommer til utnyttelsesmodus, handler det om at læreren går rundt for å hjelpe når elevene trenger veiledning og svarer på spørsmål, samtidig som læreren observerer elevenes fremgang (Drijvers et al., 2014, s. 192). Læreren kan svare på spørsmål i plenum ved å bruke tavlen eller en projektor, men ofte foregår tilbakemeldinger som en individuell samtale mellom lærer og elev (Drijvers et al., 2014, s. 192).

3. Metode

Dette kapitlet tar for seg de metodiske valgene som er gjort i denne studien for å svare på problemstillingen «*Hvordan kan lærere integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn?*». Først presenteres studiens design og valg av metode, samt en presentasjon av kvalitativ metodisk tilnærming, som viser hvorfor denne metoden er hensiktsmessig for å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene i denne studien. Videre presenteres deltagende observasjon og det kvalitative forskningsintervjuet som valgt kvalitativ forskningsmetode, og det forklares med forankring i forskningsspørsmålene hvorfor disse metodene er valgt. Deretter beskrives det hvordan utvalget av informanter er gjort, for så å vise til hvordan denne studien har utformet og gjennomført deltagende observasjon og kvalitativt forskningsintervju. Videre er det forskningsetiske ved metoden beskrevet og vurdert opp mot gjennomføringen av datainnsamlingen i denne studien. Avslutningsvis beskrives analyseringen av de innsamlede dataene.

3.1 Studiedesign

På bakgrunn av studiens hensikt og forskningsspørsmål var det kvalitativ metode som ble vurdert som hensiktsmessig å benytte. Innenfor kvalitativ forskningsmetode ble det utført deltagende observasjon i klasserommet av matematikklærere på 4. trinn under matematikkundervisning, og intervju av disse lærerne i ettertid. Dette på bakgrunn av at studiens datainnsamling er basert på små utvalg av informanter hvor de som studeres er i sine naturlige omgivelser, noe som kjennetegner kvalitativ forskningsmetode (Gall, Gall & Borg, 1996, sitert i Ringdal, 2018, s. 110). Kombinasjonen av observasjon og intervju ble valgt for å få en dypere innsikt fra ulike vinkler, noe som kalles metodetriangulering.

Metodetriangulering innebærer at forskeren bruker ulike metoder for innsamling av data slik at dataene blir mer fullstendig og videreutvikler og utfyller hverandre (Ringdal, 2018, s. 116). Nettopp fordi det er lærerens oppgave å planlegge og bestemme hvordan undervisningen gjennomføres, ble lærerne vurdert som studiens viktigste informanter. Både lærernes handlinger i klasserommet og deres egen oppfatning om bruk av digitale verktøy i klasserommet er hovedkilde til studien.

3.1.1 Kvalitativ metodisk tilnærming

Kvalitativ metode baserer seg i stor grad på fenomenologi og hermeneutikk (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 73). Hermeneutikk handler om fortolkning, mens fenomenologi handler

om å forstå menneskets livsverden (Johannessen et al., 2021, s. 167; Kvale & Brinkmann, 2015, s. 73, 75). Når man bruker kvalitativ forskningsmetode, søker forskeren å forstå meninger og formålsforklaringer ut fra sine informaners handlinger og holdninger, på bakgrunn av fyldige data om deres livsverden (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 46-47). Det betyr at forskeren ønsker å forstå informantenes meninger, samt hvorfor de gjør slik de gjør i ulike sammenhenger, altså i deres hverdag og naturlige omgivelser. I denne studien er det essensielt i forhold til problemstillingen «*Hvordan kan lærere integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn?*» nettopp fordi studien søker lærernes meninger og formålsforklaringer ut fra handlingene deres. Videre identifiserer denne studien seg med kvalitativ forskningsmetode fordi forskeren tar for seg små utvalg av case og forsøker å gå i dybden for å forstå sine informanter. På denne måten er forskeren ofte nært sine informanter ved for eksempel intervju eller observasjon, og får derfor informasjon som ikke er tilgjengelig på samme måte innenfor kvantitativ forskningsmetode. Med tanke på at denne studien i stor grad søker å forstå hvordan lærere integrerer digitale verktøy i matematikkundervisningen ble kvalitativ forskningsmetode vurdert som hensiktsmessig.

| Kvalitativ metode | Kvantitativ metode |
|---------------------------------------|--|
| En sosialt konstruert verden | En objektiv sosial verden |
| Oppdage begrep, lage teori (induktiv) | Teoristyrte, starter med begrep (deduktiv) |
| Formålsforklaringer | Årsaksforklaringer |
| Små utvalg av case | Store representative utvalg |
| Nærhet til de(t) som studeres | Avstand til de(t) som studeres |
| Naturlige omgivelser | Kunstige omgivelser |
| Fleksibel | Strukturert |
| Tekstdata | Talldata |
| Uformelle analyseteknikker | Statistiske analyseteknikker |

Tabell 1: Forskjeller mellom kvalitativ og kvantitativ metode (Gall, Gall & Borg, 1996, referert i Ringdal, 2018, s. 110).

3.1.2 Vitenskapsteoretisk forståelsesramme

Denne studien baserer seg på en fenomenologisk hermeneutisk vitenskapsteoretisk forståelsesramme. Fenomenologi handler om læren om det som fremtrer for oss i et førstepersonsperspektiv (Kvarv, 2010, s. 87). Det fokuseres på å forstå intensjonale fenomener fra aktørens eget perspektiv og forklare og beskrive deres opplevelse og oppfatning av verden slik mennesket erfarer den direkte og umiddelbart (Kvarv, 2010, s. 87).

I denne studien bidrar den fenomenologiske vitenskapsteoretiske forståelsesrammen ved at informantene i intervjuene er aktørene som jeg prøver å forstå livsverden til. Gjennom en hermeneutisk fortolkning av intervjuene vil jeg prøve å forstå og tolke de fenomenologiske beskrivelsene informantene gir meg.

Hermeneutikk handler om å forstå og finne mening gjennom en tekstlig fortolkning (Kvarv, 2010, s. 73). Innen en hermeneutisk vitenskapsteoretisk forståelsesramme søker man derfor etter en dypere forståelse av menneskelig aktivitet (Kvarv, 2010, s. 73). Fortolkning av tekster handler derfor om fortolkning av meningsfulle handlinger. Det er essensielt innen hermeneutikken at det ikke skjer noen fortolkning uten at forskeren har noe forforståelse for det man forsker på (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 73). Gadamer er kjent for å ha sagt at forståelse er avhengig av visse fordommer, og at meningen i en tekst framkommer fra en kontekst (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 74). Derfor vil fortolkninger som gjøres om andre mennesker, hva de gjør og hvordan de fremstår, være avhengig av disse fordommene som forskeren allerede har. Forskerens verdisyn og bakgrunn påvirker hvordan forskeren tolker erfaringene (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 74). I denne studien bidrar hermeneutikken til analysen av intervjuene som skrevet tekst og viktigheten med å være oppmerksom på at fortolkningene i fortolkningsprosessen er knyttet til forskerens egne fordommer, verdisyn og bakgrunn (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 74).

3.1.3 Deltagende observasjon

Observasjon handler om å oppmerksomt iaktta, der forskeren fanger opp både menneskelig aktivitet og i den fysiske settingen aktiviteten foregår i (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 113-114). Det handler ikke bare om å se, men om å bruke alle sansene for å oppfatte og forstå det man observerer. Ifølge Fangen (2010, s. 12) er et overordnet formål med deltagende observasjon å «kunne beskrive hva folk sier og *gjør* i sammenhenger som ikke er strukturert av forskeren. Deltagende observasjon kan kjennetegnes med at forskeren er til stede i informantenes naturlige omgivelser og forskeren observerer og noterer hva informantene sier og *gjør*, uten at forskeren påvirker informantene i særlig grad (Fangen, 2010, s. 12). I denne studien er deltagende observasjon valgt som et supplement til intervjuene for å kunne se hva lærerne *gjør* i sine naturlige omgivelser som lærer. Med tanke på forskningsspørsmålene i denne studien er deltagende observasjon særlig relevant for å besvare «*Hvordan organiserer lærerne bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen?*». På denne måten vil jeg få

dypere kunnskap om det jeg forsker på, nettopp fordi deltagende observasjon gir muligheten til å være til stede i den fysiske settingen aktiviteten foregår.

Videre er det viktig å bemerke seg at det, når man observerer, er naturlig at man retter oppmerksomheten mot temaet man forsker på (Fangen, 2010, s. 93). For eksempel kan det skje mye på en gang i et klasserom, og da kan det være utfordrende å observere hvordan bruken av digitale verktøy blir organisert av læreren. I tillegg er det viktig å påpeke at hva vi observerer påvirkes av vår persepsjon (Løkken & Søbstad, 2013, s. 41). Persepsjon handler om hvordan man oppfatter det man observerer, altså hvordan våre inntrykk tolkes i hjernen vår på bakgrunn av tidligere sanseintrykk. Persepsjonen påvirkes av flere faktorer, blant annet vår egen organisering av sanseopplevelser i hjernen. Mennesket forsøker automatisk å «fylle inn» nye sanseopplevelser der de passer med tidligere oppfatninger for å danne en helhet og kontinuitet med kjente inntrykk (Løkken & Søbstad, 2013, s. 43). Videre har hva vi vier vår oppmerksomhet til, våre egne behov og følelser under observasjonen og sosiale forhold i ulike situasjoner betydning for persepsjonen vår (Løkken & Søbstad, 2013, s. 44).

Observasjon er en metode som reduserer forskningseffekten og kontakten mellom forsker og de som forskes på (Kvarv, 2010, s. 140). Denne studien har valgt «observatør som deltager» som rolle i forskningsfeltet, nettopp fordi forskeren observerer mer enn hen deltar (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 115). Deltagende observasjon er et naturlig supplement i dette studien, nettopp fordi jeg kan observere mine informanter i sine roller som lærere og får dypere kunnskap og innsikt i dette studiens problemstilling: «*Hvordan kan lærere integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn?*».

3.1.4 Det kvalitative forskningsintervju

Kvale og Brinkmann (2015, s. 20) beskriver det kvalitative forskningsintervjuet slik: «Det kvalitative forskningsintervjuet søker å forstå verden sett fra intervjupersonens side. Å få frem betydningen av folks erfaringer og å avdekke deres opplevelse av verden, forut for vitenskapelige forklaringer, er et mål». Postholm og Jacobsen (2018, s. 118) beskriver hvordan fenomenologi kan benyttes i det kvalitative forskningsintervjuet sammen med en hermeneutisk tilnærming, der forskeren samler inn data gjennom intervju som blir transkribert, og bruker observasjon som supplement til de innsamlede data. I en hermeneutisk fenomenologisk tilnærming til det kvalitative forskningsintervjuet vil semi-strukturert intervju

være et naturlig valg, nettopp fordi det har som formål å forstå deltagerens perspektiv (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 121). I intervjuet har forskeren temaer og spørsmål klare på forhånd, men det er rom for at informantene kan komme med temaer forskeren ikke har tenkt på i forkant. Dette er særlig nyttig med tanke på at denne studien ønsker å finne svar på forskningsspørsmålene «*Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne?*» og «*Hva slags opplæring tilbys lærerne i bruk av digitale verktøy i undervisningen?*» noe som kan innebære at informanten kommer med informasjon som forskeren ikke har tenkt på i forkant av intervjuet. Intervjuet vil være en kunnskapskonstruksjon mellom forsker og forskningsdeltager, der begge parter prøver å finne mening og forstå det som kommer fram i intervjuet (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 121). Postholm og Jacobsen (2018, s. 121) påpeker at i semi-strukturerte intervju pågår det «en kontinuerlig analyse som også bidrar til at forskeren vil stille ulike spørsmål til det som blir sagt for virkelig å gripe og begripe handlinger og tanker som bringes fram i intervjuet». Til intervjuet brukes en intervjuguide, som er en liste over tema eller spørsmål som forskeren ønsker å ta opp. Spørsmålene i en slik intervjuguide bør ved semi-strukturerte intervju være åpne. Åpne spørsmål vil være med på å bidra til utfyllende svar fra informanten og unngå dikotomisering, altså ja/nei-spørsmål (Løkken & Søbstad, 2013, s. 112). Videre bidrar åpne spørsmål til å hindre at informanten ledes til å svare i en bestemt retning (gjerne det forskeren ønsker) (Løkken & Søbstad, 2013, s. 113).

Kvale og Brinkmann (2015, s. 178) påpeker at det er hva forskeren ønsker å finne ut av som har betydning for hvilken intervjuform forskeren benytter seg av. Å velge en type intervjuform vil både hjelpe forskeren i forskningen, men det kan og virke begrensende der forskeren går glipp av noe eller gjennomfører intervju preget av stiv interaksjon og dårlig intervju kvalitet (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 189).

3.2 Utvalg

Når forskeren skal finne informanter er det ofte avgrensninger i tid, sted og antall (Leseth & Tellmann, 2018, s. 42). For å opprettholde den interne validiteten, er det viktig å ha informanter som har relevant kunnskap om det man skal forske på (Leseth & Tellmann, 2018, s. 42-43). Denne studien har derfor valgt matematikklærere på 4. trinn som informanter, samt observasjon av deres undervisning i matematikk. Den deltagende observasjon foregikk i matematikkundervisningen, og videre intervjuet jeg lærerne fra matematikkundervisningen. Jeg valgte å intervju lærere fordi de vil ha mer inngående informasjon om hvordan de

integrerer digitale verktøy i klasserommet enn hva jeg klarer å observere i matematikktimene. I et intervju vil læreren dessuten kunne fortelle om sine oppfatninger og opplevelser knyttet til bruk av digitale verktøy i klasserommet. Datainnsamlingen avgrenses geografisk ved å kun foregå i Innlandet fylke, men på 3 ulike skoler, slik at det blir variasjon i utvalget av informanter. Det var ønskelig å sikre ytterligere variasjon ved å ha ulik størrelse på skolene som deltok i studien, men dette var utfordrende å få til da det var vanskelig å få informanter. Variasjon i utvalget som deltar i studien er med på å sikre kompleksitet i materialet, slik at man best mulig kan svare på problemstillingen (Leseth & Tellmann, 2018, s. 46). I denne studien var det lite variasjon med tanke på aldersgruppe blant informantene, men både kvinner og menn er representert.

3.3. Studiens utforming og gjennomføring

Rekrutteringen av deltagere til studien startet med å sende en formell forespørsel via e-post til rektor eller administrasjonen ved ulike skoler. E-posten ble adressert til administrasjonen eller rektor fordi matematikklærerne på 4.trinn ikke hadde sine e-postadresser tilgjengelig på nettsidene til skolen. Videre ringte jeg til de utvalgte skolene for å høre om de hadde mottatt e-posten og om de var interesserte. Dette resulterte i at jeg ikke fikk noe mer respons enn at saken skulle videreformidles til de lærerne som var relevante for studien. Etter en lang periode uten noe respons fra noen matematikklærere og flere mislykkede forsøk med e-poster og telefonsamtaler til flere skoler, oppsøkte jeg noen skoler personlig. Siden en formell forespørsel ikke fungerte, ble deltagerne til denne studien rekruttert ved at jeg oppsøkte skolene personlig og fikk snakket med de lærerne som jeg ønsket å observere og intervju. Jeg informerte om prosjektet og gav de samtykkeerklæringen som inneholdt informasjon om prosjektet samt kontaktinformasjon. Ved personlig oppmøte var responsen svært positiv fra de lærerne jeg fikk møte og vi avtalte tid for både observasjon og intervju umiddelbart.

3.3.1 Svarutvalg

Det var totalt 4 lærere som ble observert og intervjuet på 3 ulike skoler. På skole A intervjuet jeg en lærer, og observerte læreren i en matematikktime med 21 elever. På skole B intervjuet jeg 2 lærere som jobbet tett sammen om matematikkundervisningen i 2 klasser. I observasjonen av matematikkundervisningen gikk jeg mellom de to klasserommene og observerte begge lærerne med til sammen 34 elever. På skole C intervjuet jeg 1 lærer, og observerte læreren i en matematikktime med 20 elever.

3.3.2 Bortfallsanalyse

Det kan være mange ulike årsaker til at flere av lærerne unnlot å svare på den formelle forespørselen om å delta i denne studien. Det kan være at noen lærere på 4.trinn ikke mottok e-posten som ble sendt til skolens administrasjon for videreformidling. En annen mulighet er at de mottok e-posten og vurderte at de ikke hadde tid i en ellers travel arbeidsdag. Andre kan ha vært engstelig for å bli observert, usikker på hva forskningen faktisk går ut på eller redd for å bedømmes i en situasjon de vanligvis føler de behersker. Det kan og hende at noen lærere følte at de ikke benytter seg nok av digitale verktøy til at de kan bidra med noe verdifullt i et forskningsprosjekt gjennom intervju.

3.3.3 Deltagende observasjon

I de 3 skolene jeg besøkte møtte jeg opp på skolene i forkant og avtalte tid for observasjon og intervju. Jeg ønsket å observere først, slik at jeg kunne notere meg spørsmål jeg kunne få svar på i intervjuet senere. Deltagerne møtte meg før observasjonene, og skrev under på samtykkeerklæringen før jeg ble med til deres klasserom. På to av skolene foregikk all observasjon i klasserommene, men på skole C foregikk observasjonen først i klasserommet, før læreren jeg observerte tok med seg en gruppe elever til et fellesrom hvor hen skulle utføre sitt undervisningsopplegg. Det var vanlig praksis å dele opp klassen på denne skolen, da det var store klasser. De to lærerne som jobbet på skole B hadde hver sin klasse, men samarbeidet tett og hadde likt undervisningsopplegg. Her observerte jeg ved å gå mellom klasserommene slik at jeg fikk observert begge lærerne.

Ved samtlige skoler informerte læreren elevene om hvem jeg var og hva jeg gjorde i deres klasserom, noe som førte til at de raskt ble vant til mitt nærvær. Dette gjorde det mulig å observere uten at det preget undervisningen i særlig grad, både tilbaketrunket og noen ganger litt deltagende. Det hadde vært unaturlig å ikke svare elevene på spørsmål under observasjonen og derfor ble det noen ganger mer deltagende observasjon enn andre. I hovedsak observerte jeg læreren og deres undervisning, men hva elevene brukte av digitale verktøy var også en del av observasjonen. Observasjonene ble skriftlig dokumentert i form av stikkord og korte setninger under observasjonen. Hva læreren gjorde, hvilke digitale verktøy som ble benyttet av både læreren og elevene og hvordan læreren la opp undervisningen med bruk av digitale verktøy ble notert. Etter observasjonen ble notatene ytterligere utfylt med

spørsmål til læreren, samt eventuelle tolkninger av situasjonene som oppstod.

Observasjonsskjema med avkryssning eller lignende ble ikke brukt, da det var hensiktsmessig å observere med et åpent sinn og ikke se etter noe forhåndsbestemt. Det var heller ikke studiens intensjon å se etter for eksempel antall ganger digitale verktøy blir brukt eller å se etter om lærerne brukte spesifikke digitale verktøy, derfor var observasjon uten observasjonsskjema mest relevant.

Under observasjonen ble det fokusert på hvordan lærerne brukte de ulike digitale verktøyene de hadde til rådighet, samt hvordan undervisningen ble lagt opp med bruk av digitale verktøy. Samtlige lærere fortalte at de ikke laget noe ekstraordinært opplegg med mer bruk av digitale verktøy enn i en ordinær undervisningstime uten en forsker til stede. Likevel er det vanskelig å unngå at lærerne ikke tenkte mer på hvordan de tok i bruk digitale verktøy i undervisningstimen mens jeg var til stede. Dette er vurderinger som ble gjort både under observasjonen og i etterarbeidet med den skriftlige dokumentasjonen og analyseringen.

3.3.4 Intervju

I forkant av intervjuene brukte jeg mye tid på å konstruere, designe og formulere en intervjuguide, se vedlegg A. Spørsmålene i intervjuguiden ble utformet med utgangspunkt i problemstillingen og teori om bruk av digitale verktøy i klasserommet. Intervjuguiden baserer seg mest på åpne spørsmål for å finne lærernes meninger og egne tanker om integrering av digitale verktøy i klasserommet, og for å unngå at informantene kun kan svare ja eller nei. I tillegg ble det stilt flere oppfølgende spørsmål for å klargjøre hva informantene mente og unngå feiltolkninger. I tillegg ble ulike situasjoner som oppstod under observasjonen tatt opp, slik at læreren fikk mulighet til å kommentere og forklare situasjonene som oppstod. Slik ble intervjuene i stor grad tolket fortløpende, nettopp fordi forskeren sammen med informantene sørger for at forskeren har forstått svaret til informantene på best mulig måte (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 121). Intervjuformen i denne studien er semi-strukturert, da denne formen er vurdert til å på best mulig måte bidra til å få svar på problemstillingen i studien. I semi-strukturerte intervju foregår det, som nevnt ovenfor, en tolkning og analysering underveis i intervjuet, som gjør at forskeren kan stille ulike spørsmål for å gå i dybden og forstå handlingene og tankene informantene tar opp i intervjuet (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 121). Spørsmålene i intervjuguiden til forskeren er åpne, slik at informantens egne tanker kommer i forgrunnen.

Jeg startet alle intervjuene med å informere dem om prosjektet på nytt, og minnet om at de til enhver tid under intervjuene eller i etterkant kunne trekke seg hvis de ønsket det. På skole B med 2 matematikklærere ble det sett på som hensiktsmessig å utføre et gruppeintervju da de som nevnt samarbeidet tett om undervisningen, og førte samme undervisningsopplegg i begge klasser. Deltagerne på skole A og C ble intervjuet på tomannshånd. Intervjuene varte i 1-2 timer. Alle intervjuene ble utført i stille rom uten forstyrrelser og ble tatt opp med lydaker via «nettskjema diktafon-app» på mobiltelefon. Dette er en sikker lagring av lydopptak på nettskjema.no, da lydopptakene er kryptert på mobiltelefonen og det ikke er mulig å lytte til opptakene fra mobiltelefonen. Man må logge inn på nettskjema.no med FEIDE for å få tilgang til lydopptakene (Universitetet i Oslo, 2021).

3.4 Forskningsetikk

Forskningsprosjektet ble vurdert til å være meldepliktig av Norsk Samfunnsvitenskapelig Datatjeneste (NSD), og er godkjent av NSD (se vedlegg B)

3.4.1 Informert samtykke

For å kunne samle inn data gjennom intervju og deltagende observasjon er det avgjørende at jeg har gitt mine informanter tilstrekkelig med informasjon om prosjektet (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 247). Dette kalles for informert samtykke (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 104). Informasjonen innebærer formålet med forskningen, hva som skal forskes på og hvordan forskningen foregår, samt hvilke fordeler og eventuell risiko forskningen vil gi for de som deltar (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 104-106). I tillegg innebærer det å være informert i en forskningssituasjon å få informasjon om hvordan datamaterialet vil bli lagret for å sikre personvern. Det skal påpekes at deltagelse er frivillig. Informantene gir forskeren samtykke til å bruke den informasjonen som samles inn til forskningsprosjekt, med forbehold om at informantene når som helst kan trekke seg fra prosjektet uten å oppgi en årsak. I denne studien er det brukt informasjonsskriv (se vedlegg C) som skriftlig avtale mellom forsker og informantene for beskyttelse for begge parter.

3.5 Studiens tolkningsprobabilitet, reliabilitet og validitet

Samfunnsforskning kan i liten grad presentere en universell sannhet, ettersom forskningen er en del av en pågående prosess som forandrer seg kontinuerlig, og forskningens kvalitet kan dermed ikke kun være knyttet til resultatet forskeren kommer fram til (Postholm & Jacobsen,

2018, s. 219). Kvaliteten på forskningen må derfor bestemmes ut fra hvordan forskeren på en kritisk måte har beskrevet at kunnskapen er konstruert (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 219-220). Denne studien etterstreber å i detalj beskrive hvordan studien er gjennomført, samt være kritisk til egne metodiske valg, studiens reliabilitet og validitet, for å oppnå høy kvalitet i forskningen.

Videre påpeker Postholm og Jacobsen (2018, s. 220) at det er en spenning mellom objektiv og subjektiv kunnskap i forskning som forskeren må være klar over, slik at forskningen legges fram som en del av konteksten som forskningen skal forstås innenfor. For å presisere konteksten denne forskningen skal forstås innenfor er metodiske valg, den vitenskapsteoretiske forståelsesrammen og tidligere forskning godt beskrevet i denne studien. Kunnskapen som presenteres i forskningen kan ikke være ren syning, men bør etterstrebe intersubjektivitet (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 220). Nettopp fordi kunnskapen konstrueres i møtet mellom teori og empiri, mellom forsker og informant og mellom forskningstekst og mottaker/lesere, er det dette som utgjør tolkningen av funnene. Døving, 2003, referert i Fangen (2010, s. 250) presenterer en skala av tolkningsprobabilitet der det skilles mellom en sannsynlig tolkning, en mulig tolkning og en rent spekulativ tolkning. En ren spekulativ tolkning har ingen tilknytning til teori, observasjon, sammenlignbare data eller ved å vise til kontekst, mens en mulig tolkning eller en sannsynlig tolkning tilstreber nettopp dette (Fangen, 2010, s. 250). Jo mer komparative data, fyldig beskrevet kontekst, tilstøtende funn og teori som kan underbygge tolkningen, jo høyere tolkningsprobabilitet kan man vise til. Denne studien har som formål å jobbe mot høy tolkningsprobabilitet ved å knytte mine observasjoner til fyldige beskrivelser av konteksten observasjonene er gjort i, samt mot relevant teori og annen relevant forskning. Metodetriangulering, som nevnt tidligere, bidrar til høy tolkningsprobabilitet nettopp fordi det brukes flere metoder for innsamling av data (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 236).

3.5.1 Reliabilitet

Reliabilitet handler om forskningsresultatene pålitelighet og troverdighet, og er forbundet med hvorvidt forskeren eller en annen forsker kan etterprøve eller reprodusere det samme studien på et annet tidspunkt (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 276). Ifølge Postholm og Jacobsen (2018, s. 224) er det omtrent umulig å reprodusere den samme studien på nytt, og om det er mulig - hva er egentlig poenget? Postholm og Jacobsen (2018, s. 224) spør om det er mer sannhet i en studie om to forskere får de samme resultatene ved at den ene forskeren

etterprøver studien, eller om studien da er styrt av en tankegang som baserer seg på at det kun finnes en sannhet. Som nevnt tidligere baserer kvalitativ forskning seg på å forstå meninger og formålsforklaringer ut fra informantenes livsverden, noe som forutsetter at dataene som produseres i en studie på et gitt tidspunkt ikke nødvendigvis er hensiktsmessig å reprodusere, ettersom kunnskapen kun kan forstås i sin kontekst (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 224). Dette medfører at reliabilitet er knyttet til forskerens egen refleksjon over at resultatene påvirkes av forskeren selv og til synligheten av forskningsprosessen, slik at andre forskere kan reflektere over den (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 224).

Det er flere ulike faktorer som kan påvirke reliabiliteten i en studie, både under datainnsamlingen og i etterarbeidet med dataene som er samlet inn. Under selve datainnsamlingen vil relasjonen mellom forskeren og informanten ha betydning for reliabiliteten i datainnsamlingen (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 225). I intervju kan informanten tilpasse sitt svar etter hva informanten tenker at forskeren vil høre. Derfor er det viktig å ha tydelige, konsise spørsmål under intervjuet, som stimulerer til lange responser fra informanten (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 194; Postholm & Jacobsen, 2018, s. 225). Det kan argumenteres for at utformingen av spørsmålene i intervjuguiden (vedlegg A) og i hvilken grad forskeren spør oppfølgingsspørsmål for å klargjøre svarene til informanten er avgjørende for studiens reliabilitet (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 194). En annen formulering av spørsmålene i intervjuguiden kunne utfordret reliabiliteten og gitt en annen tolkning av innsamlet data, og derfor et annet resultat. Derfor er det i denne studien tenkt nøye gjennom spørsmålene i intervjuguiden for å unngå ledende spørsmål som kan bidra til favorisering av en spesiell type svar (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 225).

Videre er det viktig å tenke på om forskeren har sterk tilknytning til sine informanter eller stedet man forsker på, da det kan føre til at man overser viktige data fordi forskeren er i et miljø som er naturlig for forskeren (Wadel, 2014, s. 27). Det er heller ikke hensiktsmessig med for lite kunnskap eller ingen tilknytning til arenaen man forsker på, da det kan føre til at det er vanskelig å få med seg relevant og nyttig data. I denne studien er det sett på som en fordel at jeg har erfaring fra praksis i skolen, ettersom det gir meg noe tilknytning til arenaen jeg forsker på, samtidig som tilknytningen ikke er for sterk. Jeg klarte å påta meg en rolle som forsker, noe som hjalp for å prøve å få med meg viktige data og ikke overse nødvendige funn.

En annen faktor som spiller inn på reliabiliteten er forholdet mellom informant og problemstillingen eller temaet som forskeren har bestemt, særlig når det forskes på et spesielt fenomen (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 225-226). Det er viktig å ha informanter som har kunnskap om fenomenet man forsker på, ellers vil dataene være mangelfulle og av liten interesse for studien. I denne studien har det ikke blitt valgt ut informanter som jeg tenker har spesiell kunnskap om digitale verktøy, nettopp fordi lærere i dag skal ha kunnskaper om digitale verktøy med tanke på at de skal lære elevene digitale ferdigheter (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 11).

Innen deltagende observasjon er “observer bias” en faktor Fangen (2010, s. 254) trekker fram som nødvendig å vurdere når man forsker som deltagende observatør. Observer bias handler om at forskeren kan være forutinntatt og observere etter hva hen “ønsker” å se (Fangen, 2010, s. 254). Dette henger sammen med at hva man observerer avhenger av ens egen persepsjon, slik at hva som fokuseres på i en situasjon ikke vil være likt for to ulike forskere (Gjørund & Huseby, 2017, s. 25). I denne studien var det noe utfordrende å ikke kun observere det som støttet det jeg allerede tenkte, men jeg besøkte alle skolene med et så åpent sinn som mulig. Som tidligere nevnt vil mennesket automatisk organisere nye sanseopplevelser inn i et mønster av tidligere oppfatninger for å danne en helhet med kjente inntrykk (Løkken & Sjøbstad, 2013, s. 43). Hvilke inntrykk man allerede innehar før observasjonen vil derfor ha betydning for hvordan de nye sanseintrykkene fra observasjonen organiseres og tolkes. Også sosiale forhold har betydning for hva som fokuseres på i en observasjon. Hva en forsker ser på som merkelig eller spesielt kan være noe en annen forsker ser på som vanlig eller dagligdags, nettopp fordi sosiale rammer kan være ulike hos ulike mennesker. Dette kaller Gjørund og Huseby (2017, s. 27) for selektiv oppmerksomhet. Situasjonene som oppstod under observasjonene i klasserommet ble tatt opp i intervjuene, slik at informantene kunne kommentere eller avklare hva som skjedde under observasjonen. Dette er med på å styrke denne studiens reliabilitet, ettersom informanten hadde mulighet til å forklare og kommentere på mine observasjoner. Likevel kan det hende at det faktum at jeg er interessert i digitale verktøy og hvordan de integreres av læreren i klasserommet, kan ha påvirket noen av observasjonene. Det er selvsagt ikke mulig å observere noe “helt blankt” uten noen tidligere sanseintrykk og erfaringer som de nye inntrykkene fra observasjonen organiseres inn i, men det kan argumenteres for at bruken av både observasjon og intervju som kvalitetssikring i denne studien motvirker disse utfordringene.

I arbeidet etter datainnsamlingen kan transkriberingen av intervjuene være med på å påvirke studiens reliabilitet (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 204). Under selve intervjuet er ofte forskeren og informanten fysisk til stede og oppfatter hverandres kroppsspråk, stemmeleie og utfoldelsestempo, noe som har stor betydning for hvordan svarene til informanten tolkes av forskeren (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 205). Allerede med lydopptaker vil noe av helheten i formidlingen til informanten gå tapt, blant annet kroppsspråk eller bruk av gester. Deretter går det fra intervjuopptak til skreven tekst, noe som innebærer at forskeren gjør flere tolkninger av hva informanten formidler. To personer som transkriberer samme intervju vil høyst sannsynlig produsere to noe ulike transkripsjoner, da valg av for eksempel tegnsetting og skrivestil har betydning for hvordan skreven tekst oppfattes av leseren (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 211). I denne studien har jeg vært alene om å transkribere intervjuene, noe som kan være en utfordring nettopp fordi jeg ikke har noen andre å samarbeide med angående tolkningen av intervjuene.

3.5.2 Validitet

Validitet kan deles inn i intern validitet og ekstern validitet. Intern validitet omhandler hvorvidt metoden og resultatene forskeren har kommet fram til reflekterer formålet med studien og gir et oppriktig bilde av virkeligheten (Johannessen et al., 2021, s. 256). Denne studien etterstreber å ha godt samsvar mellom problemstilling, forskningsspørsmål og intervjuguide slik at resultatene fra intervjuene gir svar på det studien ønsker å få svar på. Videre har denne studien foretatt metodetriangulering, noe som bidrar til god intern validitet fordi man får informasjon og data fra både observasjon og intervju (Johannessen et al., 2021, s. 256-257). I tillegg har informantene i denne studien fått muligheten til å kommentere og bekrefte sine egne uttalelser fra intervju og observasjon etter analyseringen var ferdig. På denne måten sikrer denne studien seg at resultatene reflekterer informantenes meninger, og den interne validiteten styrkes (Johannessen et al., 2021, s. 257).

Ekstern validitet handler om overførbarhet av resultatene, også kalt analytisk generalisering (Johannessen et al., 2021, s. 257; Kvale & Brinkmann, 2015, s. 291). Kvale og Brinkmann (2015, s. 291) forklarer at analytisk generalisering er «en begrunnet vurdering av i hvilken grad funnene fra en studie kan brukes som en rettleiding for hva som kan komme til å skje i en annen situasjon». I denne studien er funnene innsamlet fra 3 ulike skoler i Innlandet fylke for å sikre noe variasjon i utvalget og dermed øke overførbarheten av kunnskapen som kommer fram av studien. Studien har som mål å finne ut «*Hvordan kan lærere integrere*

digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn?», og resultatene fra denne studien er noe som jeg vil tro flere andre lærere vil kjenne seg igjen i.

3.6 Analyse av data

Det finnes ulike analyseteknikker for å analysere data i forskningsprosjekter. Sollid (2013, s. 127) fremhever at «forskningsprosesser har gjerne en spiralliknende bevegelse der forskeren kontinuerlig beveger seg mellom teori og empiri, mellom problemstillinger og data». Dette samsvarer med hvordan jeg ser på analyseprosessen, der analyseringen pågår hele tiden og automatisk vil starte allerede når jeg er på skolen jeg skal forske på. Analysen i denne studien er inspirert av både fenomenologisk basert meningsfortetting av datamaterialet, samt hermeneutisk fortolkning (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 232, 237). Fenomenologisk basert meningsfortetting av et intervju handler om å komprimere lange setninger og fremheve hovedbudskapet til informantene (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 232). Dette hjelper i analyseringen av datamaterialet slik at det ikke blir uoversiktlig og for mye tekst. Den kontinuerlige vekslingen mellom forforståelse og fortolkning som hermeneutisk fortolkning baserer seg på, er en dekkende forklaring på min forskningsprosess (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 237).

Videre i dette delkapitlet presenteres analyseringen som er gjort under intervjuene og observasjonene, for så å vise til analysering av innsamlet data.

3.6.1 Analyse under intervjuer og observasjoner

Analyseringen begynte allerede under intervjuene og observasjonene. I intervjuene begynte analyseringen først for informantene selv, ved at de reflekterte over spørsmålene, fortalte om sin livsverden og oppdaget nye forhold mens de fortalte (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 221). Hvis noe var uklart for meg stilte jeg oppfølgingsspørsmål for å klargjøre at det informanten fortalte samsvarte med min forståelse av svaret. I tillegg var det hensiktsmessig å spørre om jeg hadde forstått riktig ved å gjenta det informanten sa, slik jeg forstod deres uttalelse. Som nevnt tidligere vil dette bidra til høy reliabilitet i analysen under intervjuene. Fra intervjuet med lærer D er det et eksempel på bruk av oppfølgingsspørsmål og oppklaring:

Forsker (meg): «Hvordan har du tilegnet deg kunnskap om bruk av digitale verktøy? Du nevnte litt om at du var blitt kurset hos RIKT og sånt?»

Lærer D: «Ja, vi har jo blitt kurset i noe. For det ble bestemt i denne kommunen at alle skulle ha iPad. Alle på alle trinn, helt opp til ungdomsskolen, så da ble vi kurset. Ellers prøver jeg jo å holde meg oppdatert med å følge litt med på det som skjer. Lese meg litt opp selv, men det er klart at vi lærer av hverandre. Jeg hadde ikke brukt OneNote før jeg begynte å jobbe med en annen lærer her på skolen som kunne med OneNote. Så da lærte hen meg å bruke OneNote, så vi lærer jo hverandre. Likevel må man jo følge litt med på det som foregår. Det er mye å lære seg selv, så man må oppdatere seg selv.»

Forsker: «Så du har lært mest av andre kollegaer og ellers prøvd selv?»

Lærer D: «Ja, det stemmer.»

Forsker: «Du nevnte tidligere at skolen fikk Skolestudio, var det da noe opplæring i hvordan dere skulle bruke det, eller måtte dere prøve og feile på egenhånd?»

Lærer D: «Nei, da måtte vi prøve selv.»

Under observasjonene foretok jeg en kontinuerlig analysering av hva jeg så (Fangen, 2010, s. 12). Er dette relevant for min forskning? Er denne situasjonen typisk for dette miljøet, eller er det påvirket av meg som forsker? Lærerne ved skolene jeg besøkte fortalte at de ikke hadde laget noe spesielt opplegg for timene jeg observerte, slik at observasjonene gjenspeilte deres naturlige undervisningstimer så mye som mulig. Under observasjonene skrev jeg stikkord og mer detaljerte beskrivelser av det som var nødvendig for meg å huske så godt som mulig. Likevel prøvde jeg å ikke skrive unødvendig masse, for å unngå å påvirke informantene under observasjonen (Fangen, 2010, s. 12). Når en forsker kun beskriver det hen ser og hører er det en førstegrads fortolkning. Det handler om å beskrive informantene slik de oppfatter situasjonen, hverandre og seg selv (Fangen, 2010, s. 208-209). Det var ikke før etter at observasjonene var ferdig, at jeg begynte å analysere datamaterialet fra observasjonene ytterligere ved å foreta andregrads fortolkning. Dette beskrives nærmere under «observasjon» i delkapitlet om analysen av innsamlet data.

3.6.2 Analyse av innsamlet data

Intervju

Etter intervjuene var ferdige begynte jeg straks med transkriberingen. Å transkribere noe beskriver Kvale og Brinkmann (2015, s. 205) som en oversettelse fra talespråk til skriftspråk. Kroppsspråk, gester eller for eksempel stemmeleie vil ikke være med i et transkribert intervju. Jeg transkriberte alle intervjuene selv, da det kan være hensiktsmessig med tanke på at

analyseringen starter allerede under intervjuet, og konteksten rundt intervjuet kan da tas hensyn til i transkriberingen (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 207). For å ha en transkripsjon som var lett å forstå og lese ble fyllord uten mening unnlatt i transkripsjonen, ettersom de ikke er av betydning for denne studien.

Videre i analyseringen ble det brukt NVivo som verktøy for koding og kategorisering av de transkriberte intervjuene. NVivo er et dataprogram som kan brukes som analyseverktøy som hjelper å organisere innsamlede data (Alfasoft, u.å.). NVivo gjorde det enkelt å systematisere koder og organisere de etter ulike kategorier slik at jeg fikk god oversikt over hele datamaterialet. Å kode er å «knytte et eller flere nøkkelord til et tekstsegment for å tillate senere identifisering av en uttalelse, mens kategorisering er en mer systematisk begrepsdannelse rundt en uttalelse som skaper forutsetninger for kvantifisering» (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 226). Med NVivo var det enkelt å kunne se alle uttalelser som ble kodet eller kategorisert til det samme, slik at man kunne se hvilke uttalelser fra de ulike intervjuene som samsvarte med hverandre. Å bruke koding og kategorisering i NVivo som metode for analyseringen av datamaterialet gjorde at jeg måtte gå gjennom all innsamlet data veldig nøye. Det var utfordrende å skille uttalelsene i ulike koder som samtidig passet med studiens teoretiske forankring, men det skapte en god analyseprosess.

Problemstillingen til denne studien ble utviklet før datainnsamlingen foregikk, noe som gjorde at jeg hadde en ramme for hva jeg ville finne ut da jeg besøkte skolene. Studiens teoretiske forankring skapte noen kategorier som var forhåndsbestemt da jeg foretok intervjuene. Teknologisk pedagogisk innholdskunnskap, digital opplæring og instrumentell orkestrering var kategorier jeg visste jeg ville organisere datamaterialet etter, og disse kategoriene satte visse rammer for intervjuene. Dette bidro til at jeg fikk inn data om temaet jeg ønsket å forske på.

Før jeg begynte på selve kodingen av datamaterialet, leste jeg gjennom transkriberingen av intervjuene flere ganger, for slik å få en oversikt over hele intervjuet. Deretter tok jeg for meg de kodene som var enkle å se i datamaterialet. Dette var koder som var tilnærmet lik de begrepene eller uttrykkene som informanten brukte i sin fortelling. Disse kodene kalles «erfaringsnære» koder, da de er koder som er tilnærmet lik informantens egen forståelse (Fangen, 2010, s. 209). Etter de «erfaringsnære» kodene var opprettet i NVivo, kodet jeg mer teoretiske koder og noen koder jeg hadde oversatt i første runde med koding. De teoretiske

kodene kan kalles for «erfaringsfjerne» koder, og er koder som forskeren har laget fra egne tolkninger av uttalelsene (Fangen, 2010, s. 211). Det tok flere runder med koding av hvert intervju for å etablere koder som passet med mine tolkninger av datamaterialet, samt knytte kodene sammen til kategorier som ville hjelpe for å organisere datamaterialet ytterligere. Til slutt hadde jeg både kategorier og underkategorier av kodene som samsvarte med hovedkategoriene teknologisk pedagogisk innholdskunnskap, digital opplæring og instrumentell orkestrering. Denne prosessen krevde mye refleksjon rundt blant annet intervjuene, mening, fortolkning, koding og kategorisering.

Observasjon

Fangen (2010, s. 211-212) skiller mellom «tynne» og «tykke» beskrivelser, der tynne beskrivelser kun forteller det som ble observert. Tykke beskrivelser inneholder relevant informasjon rundt konteksten av observasjonen, samt forskerens egne fortolkninger, informantenes fortolkninger, erfaringsnære begreper (informantenes egne begreper) og erfaringsfjerne akademiske begreper (Fangen, 2010, s. 211-212). Dette kan sammenlignes med fremgangsmåten for analyseringen av intervjuene med «erfaringsnære» og «erfaringsfjerne» koder. Når jeg begynte på prosessen med å skrive stikkordene og notatene fra observasjonen om til tykke beskrivelser, skrev jeg først en utfyllende tynn beskrivelse med førstegradsfortolkninger og erfaringsnære begreper (Fangen, 2010, s. 208-209). Dette for å få en beskrivelse av det som ble observert i klasserommene uten mine egne fortolkninger. Videre skrev jeg observasjonene om til tykke beskrivelser ved å legge til egne fortolkninger med erfaringsfjerne akademiske begreper, samt relevant informasjon om studiens kontekst. Denne studien etterstreber tykke beskrivelser for at leseren skal ha mulighet til å sette seg inn i konteksten i observasjonene og dermed øke forståelsen.

Videre vurderte jeg det som hensiktsmessig å meningsfortette observasjonene, da de kan være lange, og det kan være vanskelig å vite hvor de passer inn med resten av datamaterialet. Meningsfortetting brukes som nevnt ofte for å forkorte intervjupersoners lange uttalelser til noe kortere formuleringer, men jeg mener det kan være hensiktsmessig å bruke både på intervjuene og de tykke beskrivelsene av observasjonene, for å lettere se sammenhengen i datamaterialet (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 232). Etter dette ble observasjonene kodet og kategorisert i NVivo for å se helheten i datamaterialet.

4. Resultater

I dette kapitlet presenteres funnene fra datainnsamlingen i denne studien. Intervjuene av lærerne er hovedkilden som belyser de to forskningsspørsmålene «*Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne?*» og «*Hva slags opplæring tilbys lærerne i bruk av digitale verktøy i undervisningen?*». I presentasjonen av funnene knyttet til disse to forskningsspørsmålene vil derfor intervjuene vektlegges mest, mens observasjonene av undervisningen til lærerne som er knyttet til disse forskningsspørsmålene vil fungere som et supplement og brukes for å støtte opp om sentrale funn i intervjuene. I presentasjonen av funnene til forskningsspørsmålet «*Hvordan organiserer lærerne bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen?*» er det observasjonene som er hovedkilden, nettopp fordi man kan observere hvordan lærere organiserer bruken av digitale verktøy i klasserommet. For dette forskningsspørsmålet vil intervjuene være et supplement til funnene i observasjonene. Observasjonene er presentert i form av observasjonsnotat som er skrevet som utfyllende tykke beskrivelser. Intervjuene er presentert ved sitater fra transkriberingen og sammendrag av utsagn.

I analyseringen av datamaterialet var det tydelig at det var tre hovedkategorier som danner grunnlag for en ryddig presentasjon av funnene. De tre hovedkategoriene er teknologisk pedagogisk innholdskunnskap, digital opplæring og instrumentell orkestrering. Hovedkategoriene baserer seg på de tre forskningsspørsmålene i denne studien, og gir et godt grunnlag av funn for å kunne belyse problemstillingen «*Hvordan kan lærere integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn?*». I figuren under vises tema/problemstilling for studien, samt hovedkategorier og underkategorier.

| Hvordan integrere digitale verktøy | | | |
|---|------------|--------------------------|---|
| TPACK | | Digital opplæring | Instrumentell orkestrering |
| TCK | TPK | | Ulike typer og elementer av instrumentell orkestrering |
| A | B | C | D |

Figur 2: Oversikt over kategorisering

Øverste boks i figuren er temaet for denne studien, hvordan integrere digitale verktøy. Deretter vises de tre hovedkategoriene TPACK, digital opplæring og instrumentell orkestrering med eventuelle kategorier under. Som nevnt er hovedkategoriene basert på studiens forskningsspørsmål, mens alle kategorier og underkategorier er utviklet fra datamaterialet i samsvar med den teoretiske forankringen i denne studien. Hovedkategorien digital opplæring (C) har ikke fått noen kategorier under seg da det ikke var naturlig med tanke på studiens funn. Det er likevel presentert som en hovedkategori fordi lærernes muligheter for digital opplæring er viktig for å belyse problemstillingen, og ikke ville passet inn under noen av de andre hovedkategoriene.

Videre ser man i figur 2 at hovedkategorien TPACK inneholder to kategorier, A og B. Kategori A er teknologisk innholdskunnskap (TCK). Funnene i denne kategorien baserer seg på uttalelser fra intervjuene av lærerne, der de snakker om hvordan de mener teknologi og faglig kunnskap henger sammen og hvilken kunnskap lærerne har om hvordan teknologi kan hjelpe til med å presentere det faglige innholdet på nye og varierte måter, ved bruk av digitale verktøy. Videre er teknologisk pedagogisk kunnskap (TPK) kategori B, som inneholder underkategoriene «interaktiv tavle» og «lærernes bruk av digitale læremidler i undervisningen». Funnene presentert i denne kategorien bygger på lærernes uttalelser om hvilke digitale verktøy som finnes og hvordan de bruker dem i undervisningssammenheng. Pedagogisk innholdskunnskap (PCK), som er den tredje faktoren som omhandler lærernes evne til å kunne anvende teknologi, pedagogikk og faglig innhold i undervisning, er ikke presentert som resultat i denne studien. Det er fordi denne studien fokuserer på det digitale ved lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap, og tar det som en selvfølge at lærerne har pedagogisk innholdskunnskap.

Hovedkategorien instrumentell orkestrering har som vist i figuren en kategori under seg: Ulike typer og elementer av instrumentell orkestrering (D). Funnene i denne kategorien er basert på observasjonene hvor de ulike elementene og typene av instrumentell orkestrering er observert. I tillegg er uttalelser fra lærerne som omhandler elementer av instrumentell orkestrering eller typer instrumentell orkestrering presentert. Kategori D er delt inn i underkategoriene Explain-the-screen, Link-screen-board, Discuss-the-screen, Guide-and-explain, Sherpa-at-work og Work-and-walk-by. Disse er basert på de ulike typene instrumentell orkestrering som omtales i teorikapitlet (2.4.4 Ulike typer for orkestrering). Hvilke elementer av instrumentell orkestrering (didaktisk konfigurasjon, utnyttelsesmodus og

didaktisk forestilling) som er observert beskrives i underkategoriene der det er hensiktsmessig.

Videre i dette kapitlet vil hver hovedkategori bli presentert i et eget delkapittel hvor hovedfunnene fra datainnsamlingen blir presentert. Sitatene som er valgt ut fra intervjuene er valgt på bakgrunn av hva jeg tolket som mest dekkende som informantenes hovedbudskap. I neste kapittel 5. Diskusjon, diskuteres resultatene som er presentert i dette kapitlet i lys av teorien som er presentert i kapittel 2.

4.1 TPACK

Dette delkapittelet presenter de resultatene fra datamaterialet som er tolket til å handle om lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap (TPACK). Resultatene som omhandler TPACK er som nevnt innledningsvis delt i de to kategoriene «teknologisk innholdskunnskap (A)» og «teknologisk pedagogisk kunnskap (B)», og deretter i ulike underkategorier. I tillegg til disse kategoriene er det og noen resultater som handler om lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap og er derfor kodet til å omhandle hovedkategorien TPACK. På grunn av dette vil dette delkapitlet først beskrive de to kategoriene A og B og deres underkategorier, deretter vil de funnene som er tolket til å omhandle teknologisk pedagogisk innholdskunnskap presenteres. Til slutt i dette delkapittelet vil det bli presentert en oppsummering av resultatene i hovedkategorien TPACK.

4.1.1 Teknologisk innholdskunnskap (A)

Når jeg stilte lærerne spørsmål om det var noen temaer eller kjerneelementer innenfor matematikk hvor de foretrakk å bruke digitale verktøy, kom det frem at i de fleste tilfeller benyttet lærerne seg av de digitale verktøyene som et supplement der de fant ut at det kunne brukes. Lærerne svarte at de brukte digitale verktøy mest for å kunne bryte opp undervisningen og for å variere representasjoner av det faglige innholdet. Flere lærere trakk fram appen «Numbers» som en digital læringsressurs som de kunne bruke for å for eksempel lage tabeller og diagrammer i arbeid med statistikk. Det kom også frem at når elevene på senere trinn ville jobbe med geometri, ville det være naturlig å ta i bruk programmer som GeoGebra. I tillegg nevnte en lærer at Excel var hensiktsmessig å bruke med eldre elever i arbeid med for eksempel spørreundersøkelser og lignende, for å kunne representere resultater og lage diagrammer.

En lærer forklarte sammenhengen mellom det faglige innholdet som det undervises i og hvordan digitale verktøy kan bidra til å presentere faglig innhold på nye og varierte måter:

- *Vi har jo Multi fagrommet som vi bruker hvis vi går gjennom noe på tavla, så er det jo gjerne oppgaver knyttet til det fagrommet. Da er det jo veldig greit å ta utgangspunkt i de oppgavene, fordi da får man jo sett hvem som henger med på det vi har jobbet med. Jeg føler ikke at integrering av det digitale er styrende, men det kommer helt an på hva vi skal drive med og hva som er fokuset. Vi har jo hatt fokus på bare innføring i rutebok for eksempel og da brukte vi ikke PC. Men på de områdene hvor man skal vise ting, eller man skal se en sammenheng mellom ting eller i det å utforske, så vil det være fint hvis du kan bruke digitale verktøy. For eksempel i brøk da, for å få se hva som er sammenhengen i det så er det lettere med digitale verktøy istedenfor å måtte lage mange ting med klipping og liming for hånd. Lettere for elevene hvis de skal flytte på ting eller sette ting i grupper, eller i multiplikasjon er det jo og fint da. (Lærer C).*

Lærer C viser kunnskap i hvordan digitale verktøy er et godt hjelpemiddel i undervisningen for å vise elevene sammenhenger og utforske nye temaer. Brøk og multiplikasjon er områder som blir trukket fram hvor digitale verktøy bidrar til å variere metoden for å presentere faglig innhold. Dette er det jeg har tolket til å handle om lærernes teknologiske innholdskunnskap, da lærerne forklarer hvordan teknologi og faglig kunnskap henger sammen og hvordan teknologi kan bidra til å skape ulike representasjoner av faglig innhold.

4.1.2 Teknologisk pedagogisk kunnskap (B)

I identifiseringen av lærernes teknologiske pedagogiske kunnskap er det lagt vekt på hvilke digitale verktøy lærerne bruker, og hvordan de bruker dem i undervisningssammenheng. Denne kategorien presenteres ut fra hvilke digitale verktøy lærerne har tilgjengelig i undervisningen, med beskrivelse av hvordan lærerne tar disse digitale verktøyene i bruk. Først presenteres bruk av interaktiv tavle/smartboard sammen med PC eller læringsbrett som et digitalt verktøy lærerne benytter seg av. Deretter forklares lærernes bruk av ulike digitale læremidler i undervisningssammenheng.

Interaktiv tavle

Samtlige lærere hadde tilgang til interaktiv tavle, men ikke alle lærerne hadde mulighet til å benytte seg av alle de ulike funksjonene en interaktiv tavle har, da det innebærer at man må koble den interaktive tavlen sammen med en PC. På skole B hadde alle elevene hver sin PC (en-til-en-dekning med PC), og på denne skolen fikk lærerne utnyttet den interaktive tavlen godt. Lærerne brukte tavlefunksjonen ved å tegne, skrive, markere og ringe rundt elementer på den interaktive tavlen. Flere lærere forklarte at i bruk av interaktiv tavle er det faglige innholdet mer visuelt og tydelig for elevene. Et eksempel på dette er når læreren gjennomgår lekser med elevene og alle elevene enkelt kan følge med på de ulike oppgavene til enhver tid, uten å måtte lete fram i læreboka. Dette sparer også læreren for tid da læreren ikke behøver å bruke tid på å skrive alle oppgavene opp på en krittavle.

Under observasjonen på skole B fant jeg at elevene også fikk bruke touchfunksjonen på den interaktive tavlen:

En elev rekker opp hånda og spør om hen kan få vise resten av klassen noe på tavla (den interaktive tavlen). Læreren sier det er greit, og eleven går opp og tar en smartpenn for å tegne på tavla. Eleven tegner en tallinje med streker for å markere avstander. Strekene eleven tegner er kort avstand mellom, og eleven visker bort strekene og begynner på nytt med lenger avstand. Eleven skriver «0» ved den første streken, «4» ved den femte streken og «8» ved den niende streken. Hen tegner buer mens hen forklarer: «Se nå! Først hopper jeg fire også hopper jeg fire til. Det blir åtte. Fire pluss fire blir åtte. Og 2 ganger fire blir også åtte!». (Observasjon 1, skole B).

Lærerne forklarer at elevene blant annet kan vise relevante presentasjoner på den interaktive tavlen slik observasjonen beskriver. De forklarer videre i intervjuet at elevene ofte bruker touchfunksjonen på den interaktive tavlen:

- *De får bruke Smartboarden i omtrent hver matematikktime og i friminuttene, for eksempel hvis det er noe man kan dra, eller hvis det er noe å peke på. Også har vi jo Sudoku på Smartboarden i lunsjen. Da er de oppe og trykker og er veldig aktive. De har ofte konkurranse hvor de prøver å slå tiden sin. Det er jo en form for lekbasert matematikk. (Lærer B).*

Lærerne forklarer her at i sine undervisningsopplegg brukes touchfunksjonen på den interaktive tavlen av elevene noen ganger, særlig hvis de kan flytte på elementer eller peke på noe, og noen ganger til lek eller spill.

Samtlige lærere brukte den interaktive tavlen på samme måte som en prosjektor med lerret, for å gå gjennom felles informasjon slik som plan for dagen og undervisningsøkten, faglige presentasjoner, bilder, video, nettsider eller for eksempel gjennomgang av lekser. Ved bruk av læringsbrett koblet til den interaktive tavlen er det ikke mulig å bruke for eksempel touchfunksjonen på den interaktive tavlen. De lærerne som kun hadde læringsbrett tilgjengelig brukte derfor læringsbrettet til å utføre handlingene som ble vist på den interaktive tavlen, mens lærerne med PC kunne trykke rett på den interaktive tavlen. Videre forklarte noen lærere at de bruker den interaktive tavlen til å gå gjennom faglig innhold fra elektroniske lærebøker, og påpeker at dette er ypperlig fordi de ikke har lærebøker som er oppdatert i henhold til fagfornyelsen.

Lærernes bruk av interaktiv tavle, samt forklaringer av hvordan og hvorfor de bruker det, er knyttet til lærernes teknologiske pedagogiske kunnskap. Noen lærere har mer nytte av den interaktive tavlen enn andre, da de har PC til både lærere og elever. Tavlefunksjonen, touchfunksjonen og presentasjoner av digitale læreverker eller annet faglig innhold er noen av metodene lærerne bruker den interaktive tavlen på. Uavhengig av mengden bruk har samtlige lærere vist kunnskap om interaktiv tavle som digitalt verktøy og viser kunnskap om hvordan den kan brukes i undervisningssammenheng. Samtidig viser lærerne kunnskap om at valget om bruk av interaktiv tavle for ulike oppgaver ikke er tilfeldig, men for at undervisningsopplegget skal være best mulig. Et eksempel på dette er at den interaktive tavlen gjør det enkelt for læreren å gå gjennom oppdatert faglig innhold eller felles informasjon.

Lærernes bruk av digitale læremidler i undervisningen

Samtlige lærere brukte ulike digitale læremidler i undervisningssammenheng, både utviklet for læringsbrett og PC. Lærer A forklarer at det er en rekke digitale læremidler som hen bruker for å variere undervisningen:

- *Jeg er veldig glad i Multi Smart Øving, for jeg synes det er et godt verktøy og god støtte til det som vi jobber med. Appen følger på en måte progresjonen til det jeg holder på med i boka. Også er det jo et godt verktøy til å kunne følge med på hvordan elevene*

gjør det, og hvordan de ligger an. En måte å kartlegge dem litt på, med den lærerfunksjonen som er der. I tillegg er det klart at Salaby også er bra, for det kan vi ta fram når vi skal drive matematikk mens vi jobber med tema i en time. Da kan det jo kanskje være greit å gå inn på Salaby, og så drive med programmeringsspill, for eksempel. Det er kanskje noe som elevene syns er artig og mange er motiverte. Det blir jo spill på en måte, men på en annen måte så gjør det jo ikke det, for det er jo matematikk i det også. (Lærer A).

Læreren trekker fram de digitale læremidlene Multi Smart Øving og Salaby som god støtte i undervisningssammenheng og til kartlegging. I tillegg nevnte noen lærere digitale læremidler som for eksempel «Skolestudio», som er en plattform hvor man blant annet finner «Multi fagrommet» og «Salaby». De forklarer at disse er god støtte til undervisningen blant annet fordi det er tidsbesparende, lettere å tilrettelegge og tilpasse opplæringen og for å skape variasjon i undervisningen. Videre forklarer en lærer at de bruker OneNote (en digital notatbok som man blant annet kan dele med andre) svært mye, både i undervisningen og til lekser. Hvis elevene har lekser fra læreboka, tar de bilder av det de har gjort og legger det inn i OneNote slik at læreren kan se gjennom leksene der.

På alle skolene jeg var på brukte elevene enten læringsbrett eller PC i arbeidet med oppgaver på skolen og/eller i arbeid med hjemmelekse. En av observasjonene jeg gjorde var noe læreren beskrev som en «tradisjonell time i matematikk»:

Det er første time og elevene starter med lesing i egen bok. Etter en stund avslutter de lesingen, og læreren gir felles informasjon til elevene om hva de skal gjøre i løpet av timen og dagen. Læreren starter med en gjennomgang på den interaktive tavlen om det elevene skal arbeide med, og elevene tar opp arbeidsbok og lærebok. Elevene sitter og jobber i bøkene, og etter hvert som de blir ferdige med oppgavene de skal gjøre, instruerer læreren dem til å ta opp læringsbrett for å gå inn på Multi Smart Øving for å jobbe med oppgaver. Til slutt sitter alle elevene og jobber med Multi Smart Øving på læringsbrettene, noe de fortsetter med inntil timen er over. (Observasjon 2, skole A).

Flere lærere kommenterer at de instruerer elevene til å jobbe med læringsbrett eller PC underveis eller mot slutten av undervisningsøkter, for å kunne bryte opp og variere undervisningen. Lærerne forklarer at de digitale læremidlene gir elevene mulighet for enkelt å

kunne drive med mengdetrening og repetisjon. Lærerne understreker fordelene når det kommer til å benytte seg av for eksempel Multi Smart Øving, da dette er en plattform som tilpasser oppgavene etter hvordan elevene svarer. Hvis en elev svarer mye feil, vil programmet gi eleven enklere oppgaver, slik at eleven skal klare å løse oppgavene, for så å gradvis gi eleven vanskeligere oppgaver etter hvert. Slike digitale læremidler påpeker samtlige lærere at er gode å bruke da de tilpasser oppgavene.

I tillegg påpeker alle lærerne at de digitale læremidlene gjør det enklere for dem å tilpasse undervisningsopplegg og oppgaver for elevene. Lærerne kan fra ulike digitale læremidler kontinuerlig få inn resultater og elevenes utviklingsprosess innen ulike områder og temaer som elevene har jobbet med. Hvis en eller flere elever opplever et gitt tema som utfordrende, vil dette vises i lærerens oversikt over elevene i programmet. På samme måte vil læreren kunne ha oversikt over hva elevene mestrer. Flere av lærerne nevner Multi Smart Øving som et slikt program hvor de kan følge med på hver enkelt elev sin progresjon.

Observasjonene av lærernes undervisningsopplegg, samt deres beskrivelser fra intervjuene om elevenes bruk av digitale læremidler, er tolket til å være en del av lærernes teknologiske pedagogiske kunnskap. Dette fordi lærerne viser kunnskap om hvilke digitale verktøy som er hensiktsmessig for elevene å bruke i undervisningssammenheng for å skape gode undervisningsøkter. Lærerne påpeker at det er flere fordeler knyttet til å bruk av digitale verktøy i undervisningen, da det gir gode muligheter for vurdering av elevenes progresjon og hjelper til med å tilpasse oppgavene elevene jobber med. Videre forklarer flere lærere at de velger de ulike digitale læremidlene på bakgrunn av hvilke digitale læremidler som passer til hvilket formål. Et eksempel at en lærer bruker OneNote til en oversiktlig innlevering av hjemmelekser.

4.1.3 Teknologisk pedagogisk innholdskunnskap

I identifiseringen av lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap er det i hovedsak lagt vekt på svarene lærerne gav når de ble spurt om hvordan de kan integrere digitale verktøy i undervisningen. Det er forsøkt å identifisere tilfeller der lærerne forteller om samspillet mellom teknologi, pedagogikk og faglig kunnskap i undervisningen deres. I tillegg er observasjonene et supplement for å identifisere lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap.

Jeg spurte samtlige lærere om hvordan de tenkte de kunne integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn, nettopp for å forsøke å belyse lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap:

- *Jeg bruker iThoughts og setter opp læringsmål, kompetansemål i forhold til hva elevene kan fra før, og så er det gjennomgang av hva skal vi jobbe med. Jeg tar da tankekartet fra iThoughts opp på skjermen og viser den fram, men ikke alltid. Jeg gjør det ikke alltid når jeg fortsetter på et tema, men bruker det når jeg begynner på et nytt tema. Det blir jo på en måte repetisjon når jeg er i midten av et tema, og da bruker jeg det ikke så mye. Men i alle fall når vi starter med nye temaer tar jeg det opp på tavla og viser elevene «ok, hva er målet her? Hva er det vi skal? Hvor skal vi nå?». Og hvis jeg skal bruke noen av disse appene i undervisningen, så blir det jo på en måte å sette seg ned og forberede seg med den aktuelle appen. Kanskje jeg må lage noe på forhånd som jeg skal vise frem eller i alle fall vite hva jeg skal lage med elevene, og på en måte ha den oversikten før jeg kommer i klasserommet. (Lærer A).*

I spørsmålet om hvordan lærerne integrerer digitale verktøy i matematikkundervisningen fremhevet samtlige lærere hele eller deler av undervisningsopplegget for å besvare spørsmålet. Lærerne forklarer hvordan de bruker den interaktive tavlen hyppig, som et verktøy for å både vise elevene mål for timen og hva de skal jobbe med. Alle fremhevet brøk som et område innenfor matematikk hvor det er svært nyttig å implementere digitale verktøy i klasserommet. Dette gjaldt både lærerne i gjennomgang og demonstrasjon av faglig innhold, og elevene i arbeidet med oppgaver og presentasjoner. Under observasjon av en undervisningstime i matematikk på skole C var det mange elementer som kunne trekkes til TPACK:

I klasserommet er det 41 elever, og læreren finner fram sitt læringsbrett og forbereder seg til å starte timen. Læreren gir felles informasjon om dagen og viser en oversikt på Smartboarden via sitt eget læringsbrett. Læreren forklarer at 20 elever skal være med på «fellesrommet» for å jobbe med grupperinger og rest og får beskjed om å ta med seg skrivebok, skrivesaker og læringsbrett. Læreren tar med seg sitt læringsbrett, en Bluetooth-høytaler og to esker med små tellekuber. På fellesrommet, som er et større rom hvor elevene har bedre plass rundt seg, legger alle elevene tingene sine fra seg på noen benker, og læreren forklarer at de skal jobbe med grupperinger og rest. Læreren

forklarer videre at når musikken spiller skal elevene danse eller bevege seg rundt i rommet og når musikken stopper vil eleven få beskjed om å samle seg i grupper på for eksempel tre og tre. Læreren starter musikken på læringsbrettet sitt som er koblet til Bluetooth-høytaleren og deler av elevgruppen danser til musikken. Musikken stopper, og læreren ber elevene om å gruppere seg i grupper på åtte. Elevene grupperer seg raskt og fire elever blir stående uten komplett gruppe.

«Hva ser vi her nå?» spør læreren.

«Det er fire igjen» svarer en jente.

«Fire igjen betyr at det er fire i rest» sier en gutt.

Læreren får elevene til å gruppere seg i grupper på 3, 6, 5 og 7 før hen gir beskjed om at elevene skal finne fram skrivebok og skrivesaker og sette seg i mindre grupper på gulvet. Elevgruppene får utdelt 36 tellekuber hver av læreren og læreren spør elevene om å gruppere tellekubene i grupper på 2, 3, 4, 5 osv. og notere i boken hvor mange grupperinger det blir, og hvor mye de får i rest. De fleste elevene rekker å gjennomføre alle oppgavene læreren gav de med tellekubene før læreren ber elevene ta fram læringsbrettene. Læreren sender en link til elevene via «Airdrop» funksjonen på læringsbrettet sitt, og samtlige elever trykker på linken og får Salaby opp på skjermen sin. Elevene får oppgavene opp på sin skjerm uten å måtte lete fram noe selv. Oppgavene omhandler grupperinger av gjenstander i bokser, og en elev sier at det er vanskelig fordi boksene var små og vanskelig å treffe. Det er tydelig at noen elever ikke leser oppgaveteksten og heller prøver seg fram til riktig svar. Andre elever bruker funksjonen i Salaby som leser oppgaveteksten høyt for eleven. Etter omtrent 10 minutter med jobbing på læringsbrettene avsluttet læreren timen. (Observasjon 3, skole C).

I forkant av besøket til skole C hadde elevene jobbet med grupperinger og rest tidligere, slik at denne undervisningstimen var en form for repetisjon. I dette undervisningsopplegget hadde læreren implementert digitale verktøy i undervisningen på en måte som var hensiktsmessig for å skape variasjon i undervisningen. Læreren brukte læringsbrett og Bluetooth-høytaler i store deler av undervisningstimen for å lære elevene om gruppering og rest. Deretter fikk elevene prøve seg med konkreter, for så å forsterke læringen med mengdetrening på Salaby. Under intervjuet av læreren på skole C fortalte hen at valget av ulike digitale verktøy i denne undervisningsøkten og andre undervisningsøkter ikke er tilfeldig, men en del av det pedagogiske opplegget. Læreren påpeker at hen velger å bruke digitale verktøy i

undervisningen fordi det er i tråd med samfunnsutviklingen og derfor ser på det som en selvfølge å lære elevene digitale ferdigheter. Læreren legger til at det er en fordel å gi elevene slike variasjoner i undervisningen. På grunn av lærerens uttalelser under intervjuet og at læreren på en pedagogisk måte brukte digitale verktøy for å lære elevene matematikk under observasjonen har jeg tolket dette til et godt eksempel på en lærer som har teknologisk pedagogisk innholdskunnskap.

Det kom fram under spørsmålet om hvordan lærerne implementerer digitale verktøy i matematikkundervisningen at lærerne selv benyttet seg av digitale verktøy når de planla et undervisningsopplegg. Dermed var det naturlig å spørre spørsmålet om hvordan de benytter seg av digitale verktøy i planleggingen av undervisningen.

- *Jeg bruker det jo hele tiden til å planlegge. Jeg legger alt jeg trenger inn i OneNote så jeg har all planleggingen der. Så den har jeg med meg hele tiden. Jeg legger lenker inn i OneNote eller hvis vi lager QR-koder, så legger jeg det inn i OneNote, ellers så har vi alt der. Så det er egentlig den jeg bruker. (Lærer D).*

Det var tydelig under alle mine observasjoner at lærerne selv benyttet seg av digitale løsninger i de ulike undervisningsoppleggene, og at de hadde pc og læringsbrett som de tok i bruk for å holde kontroll på det opplegget de hadde planlagt. Som tidligere nevnt, hadde samtlige lærere tilgang til interaktiv tavle, men det kom tydelig fram i datainnsamlingen at noen av lærerne ikke hadde mulighet til å benytte seg av alle de ulike funksjonene en interaktiv tavle har. Grunnen til dette kan være at man må ha en PC for å kunne bruke alle funksjonene til en interaktiv tavle, dermed ble den interaktive tavlen mest brukt som en prosjektor med lerret på skolene med læringsbrett. På den ene skolen jeg var på benyttet de seg av PC framfor læringsbrett i undervisningen, og her fikk læreren brukt den interaktive tavlen i stor grad. Læreren kunne både tegne og flytte på ting rett på den interaktive tavlen.

Lærernes forklaringer om hvordan de benytter seg av digitale verktøy i både planlegging, gjennomføring og etterarbeid av undervisningen er knyttet til lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap. Samtlige lærere synes den interaktive tavlen er et nyttig digitalt verktøy da den kan brukes til svært mye og alle elevene kan følge med. Flere lærere nevner at brøk er et område hvor de synes at digitale verktøy er svært hensiktsmessig å bruke for best mulig læring. Disse utdragene fra intervjuene og observasjonsnotatene som

omhandler teknologisk pedagogisk innholdskunnskap viser lærernes kunnskap om hvordan de benytter seg av digitale verktøy i undervisningen på en pedagogisk måte for best mulig læring av matematikk for elevene.

4.1.4 Oppsummering «TPACK»

Lærerne som deltok i denne studien, hadde mange måter å implementere digitale verktøy i undervisningen. Teknologisk pedagogisk innholdskunnskap er den komplekse kunnskapen som innebærer alle tre faktorene pedagogisk innholdskunnskap, teknologisk innholdskunnskap og teknologisk pedagogisk kunnskap. I dette delkapitlet er teknologisk innholdskunnskap og teknologisk pedagogisk kunnskap presentert. Samtlige lærere viste teknologisk innholdskunnskap når de forklarte hvordan teknologi og faglig kunnskap har sammenheng og hvordan ulike digitale verktøy kan skape forskjellige representasjoner av matematisk innhold. Denne studiens læreres teknologiske pedagogiske kunnskap kommer til uttrykk i bruk av interaktiv tavle sammen med læringsbrett eller PC i undervisningen og bruken av ulike digitale læremidler. Lærerne forklarte hvordan det er hensiktsmessig å bruke ulike digitale læremidler med tanke på å skape variasjon i undervisningen og tilpasse oppgavene til elevenes ulike nivå.

4.2 Digital opplæring (C)

Dette delkapitlet presenterer de resultatene fra datainnsamlingen som omhandler lærernes digitale opplæring. Resultatene baserer seg kun på intervjuene av lærerne og fokuserer på hvordan lærerne har tilegnet seg kunnskap om bruk av digitale verktøy samt hvordan de holder seg oppdatert når det kommer til den digitale utviklingen med nye programmer og apper. Til slutt i dette delkapitlet vil en oppsummering av hovedkategorien bli presentert.

Samtlige lærere ble spurt om hvordan de har tilegnet seg kunnskap om bruk av digitale verktøy. Flere nevner ulike kurs som opplæring i bruk av digitale verktøy:

- *Vi har vært på kurs via RIKT. Det var et firma nede i Oslo, som blant annet lærte oss og gav oss iThoughts malen. Vi har og hatt kurs på kommunen, det var jeg og en lærer til fra skolen her som var på rådhuset og var på kurs der om blant annet Lego Mindstorms. Også har jeg vært på kurs om MicroBit. Ellers er det jo Multi Smart Øving som vi har, men det har vi vel egentlig aldri fått noe opplæring i. Jeg har nok*

en følelse av at Multi Smart Øving er et mye dypere verktøy som jeg kunne ha brukt enda bedre hvis jeg hadde kunnet alt. For jeg tror nok det at jeg mangler nok kunnskaper der for å ha den hele og fulle oversikten. (Lærer A).

Lærer A peker på flere kurs hen har deltatt på for å tilegne seg kunnskap om bruk av digitale verktøy i klasserommet. En annen lærer fremhever at prøving og feiling er metoden som i hovedsak blir brukt for å tilegne seg kunnskap om bruk av digitale verktøy:

- *Jeg er en del av et fagnettverk i engelsk, men det er med engelsk, norsk og matte da. Og så var vi i fagnettverket på et kurs i forrige uke, så noe får vi jo der. Men det meste jeg kan er fordi jeg har trykket og prøvd og feilet og prøvd igjen. Selvlært rett og slett. Jeg savner litt mer konkret kursing i for eksempel Smartboard, i OneNote, og i en del sånne digitale læremidler hvor jeg vet jeg kan gjøre det digitale lettere for både meg selv og for elevene. Fordi jeg kan prøve å trykke og sånn, men det er så mye annet som tar så mye tid at den tiden har jeg egentlig ikke. Til å holde på med det digitale. (Lærer B).*

En annen metode for å tilegne seg kunnskap om bruk av digitale verktøy er kunnskapsdeling mellom kollegaer:

- *På fellestid på onsdager for eksempel, så hender det at vi har en som er god på en spesifikk ting i OneNote og da kan ha et minikurs med oss og. Men det er nok noe som generelt er litt savnet. At det er satt av lite tid til det å drodle rundt og prøve seg fram «hva fungerer hos dere og hva funket ikke?» Det er det egentlig lite tid til. Jeg tror generelt for at PC-en skal være.. eller at undervisningen skal være mer digital, så hjelper det ikke at man bare får masse programmer, men man må ha opplæring i hvordan det kan brukes. Det tror jeg er det viktige for framtidige lærere. At man lærer om det på høgskolen, og at de også får opplæring i bruken av det. For det er ganske mye forskjellig. (Lærer C).*

Samtlige lærere forklarte at kollegaer var en god ressurs for å tilegne seg kunnskap om bruk av digitale verktøy i klasserommet, men at det likevel var nødvendig med mer kursing. Alle lærerne brukte mest prøving og feiling som metode for kunnskapstilegnelse, men forklarte også at de prøver å holde seg oppdatert med å følge med på hva som skjer i utviklingen av

nye digitale læremidler på ulike profesjonsrettede nyhetskilder for lærere. Flere lærere påpekte at digital opplæring allerede i utdanningen var nødvendig for fremtidens lærere nettopp fordi det er så mange ulike digitale verktøy og mange måter å benytte de på.

4.2.1 Oppsummering «digital opplæring»

Digital opplæring er viktig for at lærerne skal kunne benytte seg av de digitale verktøyene de har tilgjengelig. Flere lærere påpeker at det må være digital opplæring i lærerutdanningen fordi digital kunnskap er viktig for fremtidens lærere. Lærerne som deltok på denne studien forteller at de får kurs i bruk av ulike digitale verktøy, men at det ikke er nok. De fleste lærerne nevner kunnskapsdeling med kollegaer som er gode på ulike digitale verktøy som en viktig ressurs for å lære mer. Resultatet av for lite kursing er at lærerne prøver seg fram på egenhånd, uten noen formell digital opplæring. For å holde seg oppdatert på nye digitale verktøy, programmer eller apper forklarer lærerne at de følger med på for eksempel nettaviser for lærere eller andre interessante nyheter om den digitale utviklingen. Samtlige lærere påpeker at de savner mer kursing i bruk av digitale verktøy, samt at det er noe mangelfull satsning på kunnskapsdeling blant kollegaer når det kommer til bruk av digitale verktøy i klasserommet.

4.3 Instrumentell orkestrering

I dette delkapittelet presenteres de resultatene som belyser lærernes instrumentelle orkestrering. Under observasjonene ble ikke alle de åtte ulike typene for instrumentell orkestrering observert. Derfor vil dette delkapittelet presentere observasjoner og utdrag fra intervjuene som er tolket til å omhandle *Explain-the-screen*, *Link-screen-board*, *Discuss-the-screen*, *Guide-and-explain*, *Sherpa-at-work* og *Work-and-walk-by*. Instrumentell orkestrering består som tidligere nevnt av de tre elementene didaktisk konfigurasjon, utnyttelsesmodus og didaktisk forestilling. I beskrivelsen av observasjonene vil disse tre elementene av instrumentell orkestrering vektlegges på lik linje med de ulike typene for instrumentell orkestrering. Til slutt oppsummeres resultatene fra hovedkategorien instrumentell orkestrering.

4.3.1 Ulike typer og elementer av instrumentell orkestrering (D)

Her presenteres funn som omhandler lærernes instrumentelle orkestrering. Presentasjonene er organisert etter ulike typer instrumentell orkestrering.

4.3.1.1 Explain-the-screen

Explain-the screen handler om at en lærer bruker og forklarer for elevene hva hen gjør på den interaktive tavlen eller andre ulike digitale verktøy (Drijvers et al., 2014, s. 192). Dette er den typen instrumentell orkestrering som ble observert mest. På skole B startet læreren timen slik:

- Læreren starter med å forklare hva de skal gjøre i timen samtidig som læreren har skjermen fra sin PC oppe på den interaktive tavlen. Etter litt informasjon, går læreren videre med å forklare noen eksempler på noen oppgaver som elevene skal jobbe med. (Observasjon 4, skole B).

Denne formen for orkestrering ble observert på alle skolene jeg observerte. Samtlige lærere gav felles informasjon for dagen ved oppstart av timen med bruk av den interaktive tavlen koblet sammen med PC eller læringsbrett. På skole C satt elevene sammen med læreren på gulvet og læreren demonstrerte med eget læringsbrett hvordan elevene skulle gjøre oppgavene på sine læringsbrett. Dette var mulig å gjennomføre da elevene satt tett rundt læreren og enkelt kunne se hva læreren viste.

4.3.1.2 Link-screen-board

Link-screen-board handler om hvordan lærere kan koble sammen det digitale med det mer tradisjonelle representasjonen av matematikk (Drijvers et al., 2014, s. 192). Gjennom mine observasjoner og intervju kom det frem at flere lærere benyttet seg av programmet Multi Smart Øving. Lærer A kommenterte at hen bruke dette programmet sammen med de tradisjonelle lærebøkene, da programmet var lagt opp slik at det fulgte den samme progresjonen som bøkene. Dette utnyttet læreren med å bruke lærebøkene først, og Multi Smart Øving som mengdetrening og repetisjon.

4.3.1.3 Discuss-the-screen

Ved instrumentell orkestrering av typen Discuss-the-screen diskuterer hele klassen i felleskap det som kan sees på en skjerm (Drijvers et al., 2014, s. 192). Dette ble ikke observert i stor grad gjennom mine observasjoner, men mot slutten av observasjonen på skole B var det matpause. I denne klassen var det en tradisjon blant elevene å løse Sudoku på den interaktive

tavlen samtidig som de spiste. Her gikk elevene opp hver sin gang for å sette inn tall i de ulike boksene, og da diskuterte elevene hvilke tall som skulle inn hvor.

4.3.1.4 Guide-and-explain

Guide-and-explain er en kombinasjon av explain-the screen og discuss-the-screen. Dette observerte jeg på de skolene hvor lærerne gikk gjennom eksempler på oppgaver som elevene skulle jobbe med. Etter hvert som læreren forklarte oppgavene, spurte læreren om det var noen elever som kunne svare på hva læreren skulle skrive på tavlen, hvor enkelte elever rakk opp hånda for å svare. Det ble for eksempel ikke diskutert så mye hva som kunne være riktig å sette inn. Det var riktig svar som var målet og ingen matematiske diskusjoner.

4.3.1.5 Sherpa-at-work

Sherpa-at-work handler om at en elev har kontroll over det digitale, og for eksempel viser noe ovenfor klassen (Drijvers et al., 2014, s. 192). Gjennom intervjuene ble det nevnt at elever ofte får mulighet til å dele med klassen det arbeidet som de har gjort på sine læringsbrett eller PC. Elevene kunne for eksempel dele skjermen fra sitt læringsbrett til den interaktive tavlen, samtidig som de forklarte hva de hadde gjort. Det var også, som tidligere nevnt i observasjon 1 på skole B, en elev som tegnet på den interaktive tavlen mens hen forklarte sine tanker om det hen viste fram for klassen.

4.3.1.6 Work-and-walk-by

Work-and-walk-by dreier seg om at elevene sitter og jobber på digitale verktøy på sine plasser, samtidig som læreren går rundt i klasserommet og hjelper elevene (Drijvers et al., 2014, s. 192). Dette observerte jeg på samtlige skoler, på noen ulike måter. På skole C satt elevene på gulvet på fellesrommet, men de jobbet på hver sine læringsbrett, mens læreren kunne hjelpe til når det var noen som hadde behov for det. Gjennom intervjuet med lærer A kommenterte læreren at hen hadde et inntrykk av at elevene var mer selvgående når de satt og jobbet med hver sine læringsbrett. Lærer A mente hen måtte hjelpe elevene i større grad de gangene elevene bare jobbet med lærebøker og skrivebok. Det kom fram under observasjonene at enkelte elever ikke kom seg inn på sine digitale verktøy på grunn av manglende strøm eller problemer med innlogging. Når lærerne fikk spørsmål om hvordan de håndterte situasjoner hvor elever av ulike årsaker ikke kunne arbeide med de digitale

løsningene som lærerne hadde planlagt, svarte de at de alltid hadde noe annet disse elevene kunne arbeide med.

4.3.2 Oppsummering «instrumentell orkestrering»

Under observasjonene og intervjuene kom det fram seks ulike typer av instrumentell orkestrering; *Explain-the-screen*, *Link-screen-board*, *Discuss-the-screen*, *Guide-and-explain*, *Sherpa-at-work* og *Work-and-walk-by*. Resultatene i denne hovedkategorien er organisert etter de ulike typene for instrumentell orkestrering, der utnyttelsesmodus er forklart innen samtlige av de ulike typene. Didaktisk konfigurasjon og didaktisk forestilling er presentert der det er hensiktsmessig. *Work-and-walk-by* var en de mest observerte typene for instrumentell orkestrering, der lærerne hjalp elevene i arbeid med oppgaver på sine digitale verktøy. Videre var *Explain-the-screen* ofte observert, der lærerne forklarte for elevene hva hen gjør på den interaktive tavlen eller andre ulike digitale verktøy.

5. Diskusjon

For å kunne besvare studiens problemstilling vil dette kapitlet diskutere forskningsspørsmålene knyttet opp mot teorien presentert i kapittel 2 og resultatene presentert i kapittel 4. Problemstillingen «*Hvordan kan lærere integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn?*» er som tidligere beskrevet knyttet til disse tre forskningsspørsmålene:

- *Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne?*
- *Hva slags opplæring tilbys lærerne i bruk av digitale verktøy i undervisningen?*
- *Hvordan organiserer lærerne bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen?*

Diskusjonen organiseres etter forskningsspørsmål, og drøftes i lys av teori og funn som er gjort i dette studien. Alle sitater og observasjoner som beskrives i dette kapitlet er også presentert i kapittel 4: resultater. Det vises til hvor i kapittel 4 etter hvert sitat/observasjon.

5.1 Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne?

I dette delkapitlet vil jeg diskutere hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap som kan identifiseres hos lærerne. Besvarelsen av dette forskningsspørsmålet vil være med på å forklare hvilken kompetanse lærerne behøver for å kunne integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på en pedagogisk hensiktsmessig måte. For å belyse dette vises det til resultatene presentert i kapittel 4.1 og tilhørende delkapitler som omhandler resultater angående TPACK, samt teori presentert i kapittel 2 som er knyttet til de ulike aspektene. Ettersom resultatene innen TPACK er delt i to kategorier (kapittel 4.1.1 teknologisk innholdskunnskap (A) og kapittel 4.1.2 teknologisk pedagogisk kunnskap (B)) vil identifiseringen av lærernes teknologiske innholdskunnskap diskuteres først, og deretter vil lærernes teknologiske pedagogiske kunnskap diskuteres. Til slutt vil drøftingen av disse to kategoriene utgjøre bakgrunnen for å kunne diskutere hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap som kan identifiseres hos lærerne.

5.1.1 Lærernes teknologiske innholdskunnskap

Teknologisk innholdskunnskap er en av de tre faktorene som sammen med teknologisk pedagogisk kunnskap og pedagogisk innholdskunnskap danner grunnlaget for teknologisk pedagogisk innholdskunnskap i TPACK-modellen. Teknologisk innholdskunnskap baserer seg på lærernes teknologiske kunnskap og lærernes innholdskunnskap (fagkunnskap). Lærernes teknologiske innholdskunnskap handler derfor om hvordan teknologi og faglig

kunnskap henger sammen, og hvordan teknologi kan være med på å variere representasjonene av faglig innhold (Mishra & Koehler, 2006, s. 1028). I denne studien kom det fram få funn om lærernes teknologiske innholdskunnskap, men det var noen funn som viste at lærerne hadde kunnskaper om hvordan digitale verktøy kan bidra til å representere faglig innhold på ulike måter. Samtlige lærere påpekte at de benyttet digitale verktøy mest for å kunne bryte opp undervisningen og for å variere representasjonene av det faglige innholdet. Flere lærere trakk fram «Numbers»-appen som en digital læringsressurs som er hensiktsmessig å bruke med elever på 4. trinn i arbeid med for eksempel statistikk og oppgaver som innebar konstruksjon av tabeller og diagrammer. Videre viste flere lærer kunnskap om at brøk og multiplikasjon er områder innen matematikk hvor digitale verktøy er hensiktsmessig å bruke, for å variere representasjonen av det faglige innholdet. I disse eksemplene viste lærerne at de hadde kunnskap om det faglige innholdet, og om hvordan ulike digitale verktøy kan hjelpe til med å presentere innholdet på varierte måter (Mishra & Koehler, 2006, s. 1028).

Lærernes teknologiske innholdskunnskap var i denne studien noe vanskelig å identifisere. Grunnen til at det var noe vanskelig kan være at det er kunnskap som bygger på lærernes teknologiske kunnskap og lærernes innholdskunnskap. Denne studien har ikke fokusert på å identifisere lærernes innholdskunnskap, fordi det tas som en selvfølge at lærerne har faglig kompetanse i fagene de underviser i. Angående lærernes teknologiske kunnskap viser resultatene fra intervjuene som omhandler digital opplæring at lærerne savner bedre opplæring i bruk av digitale verktøy. Dette samsvarer med Mishra og Koehler (2006, s. 1023) påstand om at lærere ikke tar i bruk digitale verktøy i klasserommet fordi de mangler opplæring. Studien Monitor-2019 viser og at lærerne kan ha bruk for mer digital opplæring da det var under en tredjedel av lærerne som svarte at de har tatt interne kurs, eksterne kurs eller videreutdanning med studiepoeng for å utvikle sin teknologiske kunnskap (Fjørtoft et al., 2019, s. 82). Dette kan være grunnen til at identifiseringen av teknologisk innholdskunnskap er noe svak. Når jeg stilte lærerne spørsmål om det var noen temaer eller kjerneelementer innenfor matematikk de foretrakk å bruke digitale verktøy, kom det frem at i de fleste tilfeller benyttet lærerne seg av digitale verktøy som et supplement der de fant ut at det kunne brukes. Dette kan bety at lærerne har noe teknologisk innholdskunnskap, men samtidig har behov for mer.

5.1.2 Lærernes teknologiske pedagogiske kunnskap

Teknologisk pedagogisk kunnskap er en av de tre faktorene som sammen med teknologisk innholdskunnskap og pedagogisk innholdskunnskap danner grunnlaget for teknologisk pedagogisk innholdskunnskap i TPACK-modellen. På samme måte som teknologisk innholdskunnskap baserer teknologisk pedagogisk kunnskap seg på lærernes teknologiske kunnskap. Teknologisk pedagogisk kunnskap bygger og på lærernes pedagogiske kunnskap. Som beskrevet tidligere, handler lærernes teknologiske pedagogiske kunnskap om hvilke digitale verktøy som finnes og hvordan de kan brukes i undervisningssammenheng (Mishra & Koehler, 2006, s. 1028).

Samtlige lærere som deltok i denne studien, fortalte at de brukte interaktiv tavle koblet sammen med enten PC eller læringsbrett. Mengden bruk av den interaktive tavlens funksjoner varierte på de ulike skolene. Dette fordi man må koble den interaktive tavlen sammen med en PC for å kunne benytte seg av alle de ulike funksjonene den interaktive tavlen har, og noen skoler hadde læringsbrett til elevene og lærerne, mens noen skoler hadde PC til elevene og lærerne. På grunn av dette ble bruken av den interaktive tavlen på skolene med læringsbrett noe begrenset, da de for eksempel ikke kan benytte seg av touch-funksjonen på den interaktive tavlen, og dermed vil den interaktive tavlen kun fungere som en prosjektor med lerret. Lærerne (og elevene) som hadde en-til-en-dekning med PC på skolen fikk derimot god nytte av den interaktive tavlen, da de for eksempel kunne tegne, skrive, markere og ringe rundt elementer på den interaktive tavlen. Lærerne forklarte at å kunne bruke den interaktive tavlen aktivt i undervisningen gjør det faglige innholdet mer visuelt og tydelig for elevene. Dette tyder på at lærerne har kunnskap om hvordan de kan bruke den interaktive tavlen i undervisningssammenheng.

Det er i hovedsak lærerne som benytter seg av den interaktive tavlen i ulike sammenhenger, men lærer B påpekte at elevene også bruker den interaktive tavlen i matematikkundervisningen:

- *De får bruke Smartboarden i omtrent hver matematikktime og i friminuttene, for eksempel hvis det er noe man kan dra, eller hvis det er noe å peke på. Også har vi jo Sudoku på Smartboarden i lunsjen. Da er de oppe og trykker og er veldig aktive. De har ofte konkurranse hvor de prøver å slå tiden sin. Det er jo en form for lekbasert matematikk. (sitat i kapittel 4.1.2).*

Som læreren beskriver er det vanlig praksis at elevene får benytte seg av den interaktive tavlen når det kommer til å flytte på ulike elementer eller vise noe. Dette underbygges av observasjon 1 fra skole B:

En elev rekker opp hånda og spør om hen kan få vise resten av klassen noe på tavla (den interaktive tavlen). Læreren sier det er greit, og eleven går opp og tar en smart-penn for å tegne på tavla. Eleven tegner en tallinje med streker for å markere avstander. Strekene eleven tegner er kort avstand mellom, og eleven visker bort strekene og begynner på nytt med lenger avstand. Eleven skriver «0» ved den første streken, «4» ved den femte streken og «8» ved den niende streken. Hen tegner buer mens hen forklarer: «Se nå! Først hopper jeg fire også hopper jeg fire til. Det blir åtte. Fire pluss fire blir åtte. Og 2 ganger fire blir også åtte!». (observasjonsnotat i kapittel 4.1.2).

Slike erfaringer hvor elevene selv kan delta aktivt i undervisningen ved å bruke den interaktive tavlen for å presentere noe for hele klassen bidrar til å lære det faglige innholdet på ulike måter. Lærernes valg om å ha rom for slike presentasjoner i klassen viser at lærerne har kunnskap om hvordan digitale verktøy kan brukes på ulike måter i ulike undervisningssituasjoner (Mishra & Koehler, 2006, s. 1028).

Teknologisk pedagogisk kunnskap handler om å velge riktig digitalt verktøy til riktig oppgave, slik at valget av digitalt verktøy ikke er tilfeldig, men valgt for å presentere matematikkemnet som det undervises i på best mulig måte (Mishra & Koehler, 2006, s. 1028). Når lærerne i ulike sammenhenger begrunner valget om bruken av ulike digitale verktøy i matematikkundervisningen, trekker samtlige lærere fram at å bruke interaktiv tavle er tidsbesparende og enkelt, for eksempel i gjennomgang av lekser. I slike tilfeller behøver ikke læreren å skrive opp alle oppgavene eller utregningene på krittavle, ettersom alle elevene kan følge med på den interaktive tavlen hvor oppgavene allerede er oppført. Dette kan tyde på at lærernes bruk av interaktiv tavle ikke alltid er begrunnet med tanke på å presentere faglig innhold på best mulig måte, men fordi det er tidsbesparende, enkelt og tilgjengelig i klasserommene. Likevel kan det argumenteres for at når noe er tidsbesparende vil det og være den beste måten å presentere noe på, da lærerne og elevene får bedre tid til andre gjøremål enn å se på læreren bruke tid på å skrive på en krittavle. Noen lærere trakk fram at den

interaktive tavlen gjorde det mulig for lærerne å gi elevene oppdatert faglig innhold, særlig for de som ikke har lærebøker som er oppdatert i henhold til fagfornyelsen. Den interaktive tavlen gir lærerne mulighet til å benytte seg av lærebøker som er oppdaterte i henhold til fagfornyelsen, noe som ikke hadde vært mulig på samme måte uten en interaktiv tavle. Valget av digitalt verktøy i dette tilfellet er derfor ikke tilfeldig.

Som nevnt handler teknologisk pedagogisk kunnskap om hvilke digitale verktøy som finnes, og hvordan disse kan brukes i undervisningssammenheng (Mishra & Koehler, 2006, s. 1028). Alle lærerne benyttet seg av interaktiv tavle som et digitalt verktøy for blant annet å presentere faglig innhold og gi felles informasjon til elevene. Samtlige lærere benyttet seg og av ulike digitale læremidler sammen med elevene i undervisningen, og som hjemmelektur. Multi Smart Øving, Salaby, Skolestudio, Multi fagrommet og OneNote er digitale læremidler som lærerne i denne studien forklarte at de benytter seg av. Under observasjon 2 på skole A observerte jeg at elevene først jobbet med arbeidsbok og lærebok, og deretter jobbet de på læringsbrettene sine med Multi Smart Øving. I lærernes forklaringer på hvorfor og hvordan disse digitale læremidlene brukes i undervisningssammenheng er variasjon og tilrettelegging av undervisningen hovedargumentene. I disse forklaringene kommer det tydelig fram at valget av digitale verktøy i denne sammenhengen ikke er tilfeldig, men valgt av pedagogiske grunner (Mishra & Koehler, 2006, s. 1028). Videre begrunner lærerne valget om bruk av de ulike digitale læremidlene med at det motiverer elevene, bryter opp undervisningen, tilpasser oppgavene, samt at elevene får mengdetrening og repetisjon. Lærer A forklarer at:

- *Jeg er veldig glad i Multi Smart Øving, for jeg synes det er et godt verktøy og god støtte til det som vi jobber med. Appen følger på en måte progresjonen til det jeg holder på med i boka. Også er det jo et godt verktøy til å kunne følge med på hvordan elevene gjør det, og hvordan de ligger an. En måte å kartlegge dem litt på, med den lærerfunksjonen som er der.* (utdrag fra sitat i kapittel 4.1.2).

Flere av lærerne som deltok i denne studien påpekte at bruken av digitale læremidler i undervisningen gjør at lærerne kan følge med på elevenes progresjon på ulike områder og temaer i matematikk. Dette gir en kontinuerlig kartlegging av elevenes progresjon i faget og hjelper dermed lærerne å tilpasse undervisningen deretter.

Lærernes teknologiske pedagogiske kunnskap handler om hvilke digitale verktøy som kan brukes i undervisningen, hvordan disse kan brukes og hvordan undervisningen kan endres ved bruk av ulike digitale verktøy (Mishra & Koehler, 2006, s. 1028). Dette innebærer kunnskap om å velge et digitalt verktøy for en bestemt oppgave basert på mulighetene og egenskapene til det digitale verktøyet. Når det kommer til lærernes teknologiske pedagogiske kunnskap i bruk av interaktiv tavle, gir lærerne uttrykk for at interaktiv tavle gjør det faglige innholdet mer visuelt og tydelig for elevene. Samtidig begrunner samtlige lærere bruken av interaktiv tavle med at det er tidsbesparende og enkelt. Dette kan som nevnt tyde på at valget av digitalt verktøy for lærerne ikke alltid er basert på egenskapene til det digitale verktøyet, men heller at det er tilgjengelig for lærerne. Samtidig er valget for bruk av ulike digitale læremidler i undervisningssammenheng ikke tilfeldig, men valgt av pedagogiske grunner. Dette tyder på at lærerne som deltok i denne studien har teknologisk pedagogisk kunnskap i mange tilfeller, og at den teknologiske pedagogiske kunnskapen er unik for hver lærer og hver undervisningstime.

5.1.3 Lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap

Lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap er den samlede komplekse kunnskapen som befinner seg i skjæringspunktet mellom de tre komponentene teknologi, pedagogikk og faglig kunnskap i TPACK-modellen (Mishra & Koehler, 2006, s. 1028). Modellen bidrar som tidligere nevnt til å synliggjøre hvilke typer kunnskaper en lærer behøver for å kunne implementere digitale verktøy i undervisningsøkter på en måte som skaper god undervisning (Mishra & Koehler, 2006, s. 1029). I tillegg til de tre komponentene teknologi, pedagogikk og faglig kunnskap viser TPACK-modellen de tre faktorene pedagogisk innholdskunnskap, teknologisk innholdskunnskap og teknologisk pedagogisk kunnskap. Dette betyr at de to foregående delkapitlene om lærerne teknologiske innholdskunnskap (5.1.1) og lærernes teknologiske pedagogiske kunnskap (5.1.2) forteller noe om lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap. Likevel kan ikke lærernes teknologiske innholdskunnskap eller lærernes teknologiske pedagogiske kunnskap alene bli sett på som tilstrekkelig kunnskap for å identifisere lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap, men bidra til å belyse denne kunnskapen. Som tidligere nevnt fokuserer ikke denne studien på lærernes pedagogiske innholdskunnskap, da denne kunnskapen blir sett på som en selvfølge at lærerne innehar.

For å diskutere forskningsspørsmålet om hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap som kan identifiseres hos lærerne, er det hensiktsmessig å trekke fram kunnskapselementene som bidrar til teknologisk pedagogisk innholdskunnskap. Mishra og Koehler (2006, s. 1029) forklarer at teknologisk pedagogisk innholdskunnskap er grunnlaget for god undervisning med digitale verktøy og krever inngående kunnskaper om:

[...] the representation of concepts using technologies; pedagogical techniques that use technologies in constructive ways to teach content; knowledge of what makes concepts difficult or easy to learn and how technology can help redress some of the problems that students face; knowledge of students' prior knowledge and theories of epistemology; and knowledge of how technologies can be used to build on existing knowledge and to develop new epistemologies or strengthen old ones. (Mishra & Koehler, 2006, s. 1029).

I identifiseringen av lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap ble lærerne i denne studien spurt en rekke spørsmål om hvilke digitale verktøy de bruker i undervisningssammenheng, hvordan disse brukes og hvorfor lærerne velger å bruke nettopp disse digitale verktøyene. Dette for å identifisere lærernes kunnskap om samspillet mellom teknologi, pedagogikk og faglig kunnskap i undervisningen. Samtlige lærere fortalte om hele eller deler av undervisningsopplegg, for å forklare hvordan de bruker digitale verktøy både i planlegging av undervisningen og i selve undervisningsøkten. Måten læreren på skole C (observasjon 3, skole C i kapittel 4.1.3) kombinerte de ulike aktivitetene i sitt undervisningsopplegg, viser at denne læreren aktivt benytter seg av digitale verktøy på en pedagogisk hensiktsmessig måte. Læreren lærer elevene gruppering og rest gjennom bruk av kroppen i form av dans og musikk. Læreren tar i bruk en Bluetooth-høytaler og sitt eget læringsbrett for å spille musikk. Videre gir læreren elevene små tellekuber for å jobbe med noe konkret før de går over til å jobbe med repetisjonsoppgaver på hvert sitt læringsbrett. Observasjonen viser at læreren har kunnskap om hvordan man kan bruke ulike pedagogiske teknikker sammen med digitale verktøy på en konstruktiv måte for å undervise i matematikk (Mishra & Koehler, 2006, s. 1029). Læreren på skole C forklarte at valgene av de ulike digitale verktøyene ikke var tilfeldig, men valgt på bakgrunn av at det samsvarte med det faglige innholdet i undervisningen, samt at digitale verktøy er gode for å kunne gi elevene ulike representasjoner av faglig innhold. Gjennom disse ulike formene for representasjoner i denne undervisningsøkten på skole C fikk elevene forskjellige innfallsvinkler for å tilegne seg

kunnskapen som læreren ønsket å formidle. Nettopp det å bruke digitale verktøy for å representere faglig innhold på ulike måter er en del av kunnskapen Mishra og Koehler (2006, s. 1029) trekker fram som en viktig del av lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap.

Videre trekker Mishra og Koehler (2006, s. 1029) fram at teknologisk pedagogisk innholdskunnskap også handler om å ha kunnskap om hva som gjør faglig innhold vanskelig eller enkelt for elevene, samt hvordan digitale verktøy kan bidra til å rette opp noen av utfordringene elevene møter. Det handler om hvordan lærerne kan bruke digitale verktøy på en hensiktsmessig måte i læringsprosessen til elevene, ved å ta utgangspunkt i elevenes forkunnskaper og forutsetninger for videre læring (Mishra & Koehler, 2006, s. 1029). Lærerne som deltok i denne studien fokuserte alle på hvordan digitale verktøy i klasserommet bidrar til variasjon i undervisningen, noe som kan bidra til at flest mulig elever oppnår læringsmålene fordi elever lærer på ulike måter. Flere lærere trakk fram Multi Smart Øving som en god støtte til undervisningen nettopp fordi programmet tilpasser oppgavene etter elevenes ferdigheter og nivå. Hvis en elev mestrer oppgavene raskt, vil appen automatisk gi eleven vanskeligere oppgaver. På samme måte får eleven lettere oppgaver om temaet er utfordrende for eleven. Lærer A trakk fram at appen gav lærerne oversikt over elevene slik at hen kunne følge med på elevenes progresjon og faglige nivå innen ulike temaer i matematikk og dermed kunne tilpasse undervisningsøktene sine etter klassens forutsetninger. På denne måten bidrar digitale verktøy til å bedre undervisningen ved at lærerne får god støtte til hva klassen (og enkeltelever) har forstått av undervisningen og hvilke læringsmål som det må jobbes mer med.

5.1.3.1 Samspill mellom teknologi, fagkunnskap og pedagogikk

Teknologisk pedagogisk innholdskunnskap handler som nevnt om å ha kunnskap og forståelse om forholdet mellom teknologi, fagkunnskap og pedagogikk for å skape god undervisning (Mishra & Koehler, 2006, s. 1029). Disse tre komponentene er gjensidig avhengig av hverandre, og hvis den ene komponenten endres, påvirkes og endres de to andre. Samtidig påvirkes de tre faktorene teknologisk innholdskunnskap, teknologisk pedagogisk kunnskap og pedagogisk innholdskunnskap av lærernes kunnskaper innen de tre komponentene teknologi, fagkunnskap og pedagogikk. I identifiseringen av lærernes teknologiske pedagogiske kunnskap kom det fram at lærerne kan mye om hvordan de kan bruke den interaktive tavlen for å gjøre det faglige innholdet mer visuelt og tydelig for

elevene. Samtidig begrunner lærerne bruken av interaktiv tavle med at det er tidsbesparende og enkelt, noe som kan tyde på at lærerne ikke nødvendigvis alltid velger de ulike digitale verktøyene i undervisningen for å skape best mulig undervisning, men fordi det er tilgjengelig for lærerne. Likevel trekker noen lærere fram at det er viktig å bruke digitale verktøy i undervisningen fordi det kreves for å lære elevene digitale ferdigheter og for å forberede elevene best mulig på samfunnet slik det er i dag. Det kan derfor være at mange oppgaver lærerne utfører kunne vært gjort like bra på en krittavle som en interaktiv tavle, men den interaktive tavlen velges fordi det er i tråd med dagens teknologiske samfunnsutvikling og fordi det er det mange lærere har tilgjengelig i klasserommet i dag. Videre kom det fram at lærerne ofte begrunner valget av ulike digitale læremidler i undervisningen med pedagogiske grunner, slik som at det motiverer elevene, bryter opp og skaper variasjon i undervisningen, tilpasser oppgavene til elevene og gir elevene mengdetrening og repetisjon.

Når det kommer til identifiseringen av lærernes teknologiske innholdskunnskap, trakk flere lærere Numbers-appen fram som en digital læringsressurs til å bruke i arbeid med for eksempel statistikk og oppgaver som innebærer konstruksjon av tabeller og diagrammer. I tillegg var multiplikasjon og brøk områder lærerne fremhevet som temaer der digitale verktøy var hensiktsmessige å bruke for å variere representasjonene av faglig innhold. Som tidligere nevnt kan det være at lærernes teknologiske innholdskunnskap var noe vanskelig å identifisere nettopp fordi denne kunnskapen baserer seg på teknologisk kunnskap og innholdskunnskap, og lærerne trekker fram at de savner mer opplæring i bruk av digitale verktøy (teknologisk kunnskap). I tillegg svarte flere av lærerne at de brukte digitale verktøy i undervisningen som et supplement der de fant ut at det kunne brukes. Dette kan tyde på at lærerne savner kunnskap om hvordan de kan implementere digitale verktøy ytterligere i undervisningen.

Sammenfatningene av resultatene som i denne studien gjelder identifiseringen av lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap, tyder på at lærerne savner mer teknologisk kunnskap. Og nettopp fordi teknologisk pedagogisk innholdskunnskap handler om å ha kunnskap samspillet mellom teknologi, fagkunnskap og pedagogikk for å skape god undervisning, vil manglende kunnskap innen teknologi skape ringvirkninger for lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap. Likevel vil ikke denne studien konkludere med at lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap er manglende eller at lærerne kan lite om bruk av digitale verktøy i undervisningen, men at lærerne selv ønsker å lære mer. Alle

lærere har ulik teknologisk pedagogisk innholdskunnskap, på samme måte som alle lærere har ulike kunnskaper innen for eksempel fag, relasjonsbygging eller klasseledelse. I tillegg er det viktig å påpeke at ingen er like gode på alt. Det vil si at noen lærere vil ha mye kunnskaper om teknologi, men kanskje ha mindre kunnskaper om hvordan man kan lære den teknologiske kunnskapen til elevene (pedagogisk kunnskap). På denne måten vil teknologisk pedagogisk innholdskunnskap være unik for hver lærer.

5.2 Hva slags opplæring tilbys lærerne i bruk av digitale verktøy i undervisningen?

I dette delkapittelet vil jeg diskutere hva slags opplæring i bruk av digitale verktøy lærerne jeg har intervjuet har blitt tilbudt. Besvarelsen av dette forskningsspørsmålet vil være med på å tydeliggjøre hvilke forutsetninger lærerne har for å kunne bruke de digitale verktøyene de har tilgjengelig i undervisningen. For å belyse dette vises det til resultatene som er presentert i kapittel 4.2, samt teorien som er presentert i kapittel 2.

Det er ingen tvil om at digitale verktøy er en del av hverdagen til både lærere og elever i dag, og derfor er teknologisk kunnskap en nødvendig del av lærernes samlede kunnskap når det kommer til å skape god undervisning. Lærernes teknologiske kunnskap er viktig både når det kommer til utvikling av elevenes grunnleggende ferdigheter og deres faglige utvikling, men det er og viktig for å gjøre elevene til fremtidsrettede ansvarlige samfunnsborgere (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 9). Til tross for dette påpeker Mishra og Koehler (2006, s. 1023) at ikke alle lærere tar i bruk digitale verktøy i klasserommet på grunn av frykten for endringer, eller mangel på tid eller opplæring i bruk av digitale verktøy. Under intervjuene i denne studien ble lærerne spurt om hvordan de har tilegnet seg kunnskap om bruk av digitale verktøy. Lærer B påpekte at hen rett og slett ikke hadde nok tid til å lære seg å bruke digitale verktøy:

- *Jeg er en del av et fagnettverk i engelsk, men det er med engelsk, norsk og matte da. Og så var vi i fagnettverket på et kurs i forrige uke, så noe får vi jo der. Men det meste jeg kan er fordi jeg har trykket og prøvd og feilet og prøvd igjen. Selvlært rett og slett. Jeg savner litt mer konkret kursing i for eksempel Smartboard, i OneNote, og i en del sånne digitale læremidler hvor jeg vet jeg kan gjøre det digitale lettere for både meg selv og for elevene. Fordi jeg kan prøve å trykke og sånn, men det er så mye annet*

som tar så mye tid at den tiden har jeg egentlig ikke. Til å holde på med det digitale.
(Sitat i kapittel 4.2).

Flere av lærerne som deltok i denne studien nevnte at de ikke hadde nok tid til å lære seg å bruke digitale verktøy på egenhånd. Likevel påpekte samtlige av lærerne at de brukte «prøving og feiling» som metode for kunnskapstilegnelse i bruk av digitale verktøy. Lærerne som deltok i denne studien opplever det samme som mange av lærerne som deltok i studien «Monitor 2019 - En deskriptiv kartlegging av digital tilstand i norske skoler og barnehager». Monitor 2019 viser at 83,1 prosent av lærerne på 4. trinn «i stor grad» eller «i svært stor grad» bruker «prøving og feiling» som metode for å utvikle sin kompetanse knyttet til bruk av IKT i skolen (Fjørtoft et al., 2019, s. 82). «Prøving og feiling» som metode for kunnskapstilegnelse i bruk av digitale verktøy kan være problematisk da dette kun avhenger av lærerens interesse og engasjement for å tilegne seg denne kunnskapen.

Flere av lærerne som deltok i denne studien påpekte at det er viktig med opplæring av lærerne i bruk av digitale verktøy allerede under lærerutdanningen. Selv om det virker som samtlige lærere er enige i viktigheten av opplæring i bruk av digitale verktøy, påpeker NIFU at det er få universitet og høyskoler som satser tydelig på IKT i lærerutdanningene, med en helhetlig tilnærming for å utvikle studentenes profesjonsfaglige digitale kompetanse (Tømte et al., 2013, s. 28). På universitetene og høgskolene der det er satset på IKT i lærerutdanningene, er satsningen preget av ildsjeler blant ledelsen eller forelesere. På denne måten virker det som om satsningen på opplæring av kommende lærere i bruk av digitale verktøy er noe tilfeldig, og nyutdannede lærere vil ha behov for videre opplæring for å kunne møte kravene om å lære elevene digitale ferdigheter.

Selv om satsningen i lærerutdanningene virker å være lav, tyder resultatene i denne studien på at skolene satser noe på opplæring av lærerne i bruk av digitale verktøy. Flere av lærerne som deltok i denne studien trakk fram ulike kurs de hadde deltatt på, slik som RIKT, kurs i regi av kommunen eller MicroBit-kurs. En annen metode lærerne benytter seg av for å lære å bruke ulike digitale verktøy, er å dele erfaringer med kollegaer eller ha små interne kurs. Likevel påpekte samtlige lærere at kursene ikke var nok, og at de savnet mer opplæring i bruk av digitale verktøy. Dette samsvarer med Monitor 2019-rapporten hvor det kommer fram at det er relativt få lærere som svarer at de har interne kurs, eksterne kurs eller videreutdanning med

studiepoeng for å utvikle sin kompetanse knyttet til bruk av IKT i skolen (Fjørtoft et al., 2019, s. 82).

At opplæringen i bruk av digitale verktøy av fremtidige lærere og utdannede lærere i skolen er noe mangelfull, kan sies å påvirke lærernes teknologiske kunnskaper, og dermed også påvirke deres teknologiske pedagogiske innholdskunnskap. Det er likevel viktig å påpeke at utviklingen for opplæring av lærere i bruk av digitale verktøy i skolen er positiv når man sammenligner resultatene fra Monitor-2019 med Monitor-2016 (Fjørtoft et al., 2019, s. 50). At samtlige lærere savner mer kursing selv om de er har vært på noen kurs, kan tyde på at kursing i bruk av digitale verktøy ikke er tilstrekkelig for at lærerne tilegner seg god teknologisk pedagogisk innholdskunnskap. Mishra og Koehler (2006, s. 1031-1032) påpeker at det er en utfordring at teknologien er i konstant utvikling, og at opplæring i for eksempel et spesifikt program eller et digitalt verktøy ikke vil gi bred kunnskap innen bruk av digitale verktøy. Opplæringen som kreves for at lærerne skal ha teknologisk pedagogisk innholdskunnskap er tidkrevende og kompleks, nettopp fordi opplæring i ett program kun gir opplæring i ett program. Den digitale kompetansen som lærerne må ha opplæring i kan sammenlignes med dagens begrep om dybdelæring i skolen. Dybdelæring handler om å kunne noe så godt at man forstår sammenhenger og vet hvordan man kan anvende denne kunnskapen i nye situasjoner (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 1). Dybdelæring (og opplæringen av lærerne) forutsetter progresjon i læringsarbeid som tilpasses forkunnskaper og erfaringer, for gradvis mer forståelse og kompleks oppgaveløsning (NOU 2014: 7, s. 11). Opplæringen av lærere i bruk av digitale verktøy er derfor en læringsprosess som utvikles over tid og krever at læreren stadig lærer mer om bruk av digitale verktøy i klasserommet og utvikler denne kunnskapen.

5.3 Hvordan organiserer lærerne bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen?

Dette delkapitlet diskuterer hvordan lærerne organiserer bruken av digitale verktøy i matematikkundervisningen. Besvarelsen av dette forskningsspørsmålet forklarer hvordan lærerne benytter seg av digitale verktøy i praksis, og bidrar dermed til å belyse problemstillingen om hvordan lærerne kan integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn. For å diskutere dette forskningsspørsmålet vises det til resultatene presentert i kapittel 4, samt relevant teori presentert i kapittel 2. Hvordan lærerne organiserer matematikkundervisningen for å bruke digitale verktøy på en hensiktsmessig pedagogisk måte, avhenger både av lærernes instrumentelle orkestrering av undervisningen

og av lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap. På grunn av dette vil dette delkapitlet vise hvordan lærernes instrumentelle orkestrering og teknologiske pedagogiske innholdskunnskap har sammenheng med hvordan lærerne organiserer bruken av digitale verktøy i matematikkundervisningen.

Lærerne orkestrerer, eller organiserer, bruken av digitale verktøy i matematikkundervisningen etter hvilket læringsmiljø de befinner seg i, intensjonene lærerne har for undervisningen og deres profesjonelle kunnskap knyttet til den gitte situasjonen. Lærernes instrumentelle orkestrering er en prosess som involverer både planlegging av undervisningen (didaktisk konfigurasjon), utførelsen av undervisningen (utnyttelsesmodus) og her-og-nå avgjørelser som blir tatt i undervisningen (didaktisk forestilling). Hensikten med lærernes instrumentelle orkestrering er som nevnt å veilede elevenes instrumentelle genesis for å utvikle kunnskap om å bruke digitale verktøy i for eksempel matematikk (Trouche, 2004, referert i Drijvers et al., 2010, s. 214; Drijvers et al., 2013, s. 988). Explain-the-screen var en av typene for instrumentell orkestrering som ble observert flere ganger i denne studien. Drijvers et al. (2014, s. 192) beskriver explain-the-screen som en type instrumentell orkestrering hvor læreren bruker et digitalt verktøy i undervisningen for å forklare noe for elevene, slik som presentert i observasjon 4 på skole B:

- Læreren starter med å forklare hva de skal gjøre i timen samtidig som læreren har skjermen fra sin PC oppe på den interaktive tavlen. Etter litt informasjon, går læreren videre med å forklare noen eksempler på noen oppgaver som elevene skal jobbe med. (observasjonsnotat i kapittel 4.3.1.1).

I dette tilfellet visste ikke jeg som forsker på forhånd noe om hvordan læreren hadde forberedt seg til timen (didaktisk konfigurasjon). Jeg tok det som en selvfølge at læreren hadde forberedt seg på forhånd, og planla å bruke den interaktive tavlen til nettopp dette. Det virket ikke som at læreren utførte sitt undervisningsopplegg på noen annen måte enn planlagt, da det ikke oppstod noen uforutsette utfordringer (utnyttelsesmodus). De digitale verktøyene læreren hadde planlagt å benytte i undervisningen fungerte, og læreren hadde ikke behov for å gjøre noen endringer i form av her-og-nå beslutninger (didaktisk forestilling). Explain-the screen var som nevnt den typen instrumentell orkestrering som ble observert på alle skolene jeg besøkte. Dette kan tyde på at denne formen for instrumentell orkestrering i for eksempel

oppstart av undervisningstimer er noe lærerne har gjort mange ganger før, og derfor var en innøvd og kjent aktivitet.

Den andre formen for instrumentell orkestrering som ofte ble observert under denne studien, var den Drijvers et al. (2014, s. 192) beskrev som *Work-and-walk-by*. Her går læreren rundt i klasserommet og hjelper elevene som sitter og jobber på hver sine digitale verktøy. Gjennom observasjoner og intervju kom det frem at denne formen for instrumentell orkestrering stort sett gikk som planlagt, men at det også var vanlig med elever som enten ikke hadde med seg sine digitale verktøy, manglet strøm eller slet med innlogging. Den didaktiske konfigurasjonen for lærerne i observasjonene i denne studien handlet i hovedsak om at alle elevene hadde en plass å jobbe med sine digitale verktøy, som for eksempel at elevene satt på gulvet i grupper mens de jobbet på læringsbrettene sine på skole C (observasjon 3, skole C i kapittel 4.1.3). Forberedelsene ellers var det elevene som hadde ansvar for, som for eksempel å ha med sine digitale verktøy og sørge for at de var fullt oppladede. Under observasjonene kom det frem at flere elever hadde utfordringer med tomt eller lite batteri eller problemer med innlogging på sine digitale verktøy, og da ble lærerne nødt til å gjøre noen her-og-nå beslutninger (didaktisk forestilling).

Begge typene av instrumentell orkestrering som jeg observert, preges av at lærerne i hovedsak tar i bruk pedagogisk innholdskunnskap, da verken *explain-the-screen* eller *work-and-walk-by* nødvendigvis krever teknologisk kunnskap. Begge disse formene for instrumentell orkestrering kan kreve avansert teknologisk kunnskap, men det vil avhenge av lærernes eget valg i bruk av digitale verktøy. Et eksempel kan være at læreren skal forklare elevene hvordan man konstruerer en avansert figur i GeoGebra (*explain-the-screen*), og deretter la elevene konstruere lignende figurer på egen hånd mens læreren hjelper de som trenger det (*work-and-walk-by*). I dette tilfellet er det helt essensielt at læreren har god kunnskap om bruk av GeoGebra i undervisningssammenheng, både for å forklare det matematiske med å konstruere figurer og for å demonstrere i GeoGebra hvordan man skal gjøre det. I tillegg må læreren vite hvordan man kan presentere det matematiske innholdet på best mulig måte for elevene. Dette kan tyde på at læreren bør ha teknologisk pedagogisk innholdskunnskap for å utføre ulike typer av instrumentell orkestrering. I tillegg viser resultatene i denne studien at lærerne kan tilpasse hvordan de organiserer bruken av digitale verktøy etter egen evne, altså etter deres teknologiske pedagogiske innholdskunnskap.

Lærernes bruk av instrumentell orkestrering av typen link-screen-board, sherpa-at-work, discuss-the-screen og guide-and-explain i denne studien er også knyttet til lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap. Disse typene av instrumentell orkestrering innebærer heller ikke at det er nødvendig med avansert kunnskap om digitale verktøy, men heller at lærerne har teknologisk pedagogisk kunnskap og pedagogisk innholdskunnskap. Verken discuss-the-screen og guide-and-explain krever nødvendigvis at lærerne har mer teknologisk kunnskap enn at de kan koble sammen en prosjektor/interaktiv tavle og PC eller læringsbrett. Etter å ha satt dette opp er det den pedagogiske innholdskunnskapen som i hovedsak er nødvendig for å utføre instrumentell orkestrering av disse typene. Sherpa-at-work er en elevorientert type instrumentell orkestrering, og krever i hovedsak at læreren har pedagogisk innholdskunnskap. For å utføre link-screen-board kan det virke som at læreren har særlig behov for teknologisk innholdskunnskap for å benytte seg av denne typen instrumentell orkestrering på en hensiktsmessig måte. Dette fordi lærernes teknologiske innholdskunnskap handler om å vite hvordan teknologi og fagkunnskap henger sammen og hvordan digitale verktøy kan bidra til nye varierte representasjoner av faglig innhold. På samme måte handler link-screen-board om hvordan læreren kan koble det digitale sammen med den mer tradisjonelle representasjonen av matematikk. Under datainnsamlingen kom det fram at flere av lærerne benyttet seg av Multi Smart Øving, og samkjørte bruken av dette programmet sammen med tradisjonelle lærebøker.

Dette kan tyde på at hvordan lærerne orkestrerer, eller organiserer, bruken av digitale verktøy i matematikkundervisningen avhenger av lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap. Som nevnt tidligere er hver enkelt lærers teknologiske pedagogiske innholdskunnskap unik, på samme måte som andre kunnskaper eller ferdigheter man har ikke er lik andres. Hvordan lærerne organiserer bruken av digitale verktøy i matematikkundervisningen er derfor ulikt, der noen fokuserer mye på bruk av digitale verktøy, mens andre benytter seg av det der det passer. Noen lærere tar i bruk ulike typer instrumentell orkestrering som krever avansert teknologisk kunnskap og teknologisk pedagogisk innholdskunnskap, mens andre vil fokusere på typene for instrumentell orkestrering som ikke involverer avansert teknologisk kunnskap. Det kan tenkes at lærere som savner mer teknologisk kunnskap i ulike undervisningssituasjoner trolig fokuserer på deres pedagogiske kunnskap og innholdskunnskap.

6. Avslutning

Hovedmålet med denne studien var å undersøke hvordan lærerne integrerer digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn. For å tilspisse problemstillingen ble det videreutviklet tre forskningsspørsmål som bidrar til å belyse problemstillingen. I denne studien ble det brukt intervju av matematikklærere på 4. trinn og deltagende observasjon av matematikktimene til disse lærerne som metode for datainnsamling. Videre analyserte jeg innsamlet data ved å kode og kategorisere intervjuene og observasjonene for å få oversikt og sammenheng over datamaterialet. Kapittel 4, med resultatene fra datainnsamlingen og det teoretiske rammeverket presentert i kapittel 2, var grunnlaget for diskusjonen av forskningsspørsmålene i kapittel 5. I dette avsluttende kapitlet vil jeg presentere en oppsummering og konklusjon av forskningsspørsmålene og problemstillingen. Avslutningsvis presenteres praktiske implikasjoner for studien, hvor refleksjoner rundt studiens begrensninger og styrker diskuteres, og forslag til videre forskning.

6.1 Konklusjon

I dette delkapitlet presenteres en oppsummering av hovedfunnene i denne studien, samt konklusjon for forskningsspørsmålene og problemstillingen.

6.1.1 Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne?

Teknologisk pedagogisk innholdskunnskap er en kompleks kunnskap som kan være vanskelig å identifisere. I denne studien er lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap kartlagt gjennom å se på lærernes teknologiske innholdskunnskap og lærernes teknologiske pedagogiske kunnskap, samt gjennom noen funn som er tolket til å høre til lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap. Lærerne viser kunnskap i hvordan man kan bruke digitale verktøy for å variere undervisningen og skape nye og varierte representasjoner av faglig innhold. På en annen side trekker lærerne fram at de ønsker mer kunnskap i bruk av digitale verktøy for å ytterligere kunne implementere digitale verktøy i undervisningen. Lærernes teknologiske pedagogiske kunnskap kom tydelig til syne under intervjuene, noe som kan tyde på at lærerne har kunnskap om hvordan de bruker digitale verktøy i matematikkundervisningen. Funnene i studien viser at lærerne har teknologisk pedagogisk innholdskunnskap, men også ønsker å videreutvikle kunnskapen, da de påpeker at de ønsker mer teknologisk kunnskap.

6.1.2 Hva slags opplæring tilbys lærerne i bruk av digitale verktøy i undervisningen?

Funnene fra denne studien viser tydelig at lærerne har noe opplæring i bruk av digitale verktøy i undervisningen, men at de ønsker mer. Flere av lærere har deltatt på ulike kurs i bruk av digitale verktøy, men den mest vanlige kunnskapstilegnelsen om bruk av digitale verktøy i undervisningen var prøving og feiling på egenhånd. Utfordringen for lærerne var at det var tidkrevende å lære mer om bruk av digitale verktøy på egenhånd, noe de rett og slett ikke hadde tid til i en travel skolehverdag. Resultatene i denne studien samsvarer med Monitor-2019, hvor lærerne svarte at prøving og feiling var en svært vanlig metode for å lære om bruk av digitale verktøy i undervisningssammenheng (Fjørtoft et al., 2019, s. 82). En annen metode for å lære om bruk av ulike digitale verktøy i undervisningen var kunnskapsdeling mellom kollegaer. Flere lærere påpekte at dette var vanskelig, da det ikke var tilstrekkelig med tid. Resultatene fra studien viser derfor at opplæringen som tilbys lærerne i bruk av digitale verktøy i undervisningen ikke er tilstrekkelig, og lærerne ønsker mer. Dette samsvarer med identifiseringen av lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap, som viser at lærerne ønsker mer teknologisk kunnskap.

6.1.3 Hvordan organiserer lærerne bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen?

Resultatene fra denne studien viser at lærerne bruker ulike digitale verktøy i matematikkundervisningen. Samtlige lærere bruker ofte interaktiv tavle til blant annet oppstart av timen og fellesinformasjon til hele klassen. I matematikktimer der elevene jobber på sine digitale verktøy, går ofte læreren rundt og veileder elevene med det de behøver hjelp til. Lærernes organisering, eller orkestrering, av bruken av digitale verktøy i matematikkundervisningen ser ut til å ha sammenheng med lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap. Denne studiens resultater tyder på at lærerne fokuserer mest på pedagogisk innholdskunnskap i undervisning med digitale verktøy, ettersom de savner mer opplæring i bruk av digitale verktøy. Til tross for dette viser resultatene at lærerne organiserte bruken av digitale verktøy på en hensiktsmessig og pedagogisk måte, der bruken av digitale verktøy var en naturlig del av undervisningen.

6.1.4 Hvordan kan lærere integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn?

Lærerne som deltok i denne studien har integrert digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn, men på litt ulik måte. Samtlige lærere bruker digitale verktøy i hver matematikktime, særlig interaktiv tavle til å gjennomgå felles informasjon og faglig innhold. Lærerne implementerer også digitale verktøy i undervisningsopplegget sitt, og begrunner dette med at det motiverer elevene, samt at elevene får tilpassede oppgaver, mengdetrening og repetisjon. I tillegg påpeker lærerne at det bryter opp undervisningen ved å visualisere faglig innhold på nye og varierte måter. Dette ville ikke vært mulig på samme måte uten bruk av digitale verktøy.

Likevel har denne studien funnet at det er noen forutsetninger for at lærerne skal kunne lykkes med å integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn. For det første må lærerne ha kunnskap om samspillet mellom teknologi, pedagogikk og faglig innhold, altså teknologisk pedagogisk innholdskunnskap. Dette er helt essensielt for å kunne lykkes med bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen, på lik linje med for eksempel pedagogisk kunnskap, som er viktig for å kunne være lærer. Lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap er ikke statisk, men dynamisk, og krever at læreren stadig lærer mer og utvikler seg. Grunnen er at teknologien utvikler seg veldig raskt, og derfor vil digitale verktøy som kan brukes i skolen også endre og utvikle seg.

Den andre forutsetningen er derfor at lærerne tilbys mer opplæring i bruk av digitale verktøy i undervisningen. Det er ikke tilstrekkelig at lærerne deltar på noen kurs og må prøve og feile på egenhånd for å kunne tilegne seg teknologisk pedagogisk innholdskunnskap.

Samfunnsutviklingen der teknologi stadig tar større plass gjør at skolen må rette seg etter denne utviklingen. Det nytter ikke at elevene skal lære seg digitale ferdigheter om ikke lærerne har tilstrekkelig teknologisk pedagogisk innholdskunnskap selv. Det er skolen og lærernes ansvar å gi elevene opplæring som er i tråd med opplæringsloven og læreplanverket, og derfor behøver lærerne inngående kunnskaper om hvordan de kan implementere digitale verktøy i undervisningen. Skolene må derfor sette av mer tid til at lærerne kan utvikle sin teknologiske pedagogiske innholdskunnskap ved for eksempel å dele kunnskaper i profesjonsfellesskapet. Videre er god klasseledelse en selvfølge for å lykkes i enhver undervisningsøkt, men disse forutsetningene som her er nevnt er i hovedsak viktige for å kunne lykkes med integrering av digitale verktøy i matematikkundervisning på 4. trinn.

6.2 Praktiske implikasjoner og videre forskning

En studie som denne har både styrker og svakheter. En av svakhetene til denne studien er at det er gjort få observasjoner, og flere observasjoner over tid ville trolig kunne gjort en mer utfyllende kartlegging av hvordan lærere kan integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn. Til tross for dette kan denne studien bidra til å gi et innblikk i hvordan lærere kan integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen. Det er likevel vanskelig å generalisere på grunnlag av studiens funn, på grunn av studiens begrensninger. Det er ikke sikkert at alle har hørt om teknologisk pedagogisk innholdskunnskap tidligere, men det er et begrep som bør være på dagsorden i skolen i dagens digitale samfunn. TPACK-modellen er sentral i denne studien, og forhåpentligvis kan det teoretiske rammeverket, resultatene og diskusjonene i denne studien inspirere andre lærere og lærerstudenter, samt oppfordre til videre forskning.

I arbeidet med denne studien kom det frem at alle lærerne ønsket seg mer opplæring i bruk av ulike digitale verktøy. Siden den digitale teknologien er i konstant utvikling, vil det alltid være behov for å forske på ulike fordeler og ulemper når det kommer til den stadig økende mengden digitale verktøy. For å kunne forske videre på hvordan lærere kan integrere digitale verktøy i matematikkundervisning og i andre fag, kan det være hensiktsmessig å forske på skoler som har lyktes med teknologirike klasserom og undervisning. En slik casestudie vil gjøre at andre kan dra nytte av disse skolenes erfaringer.

Et annet tema som kan være interessant å forske på, er hvordan de ulike utdanningsinstitusjonene som utdanner nye lærere legger til rette for opplæring i bruk av digitale verktøy. Av personlig erfaring, har det vært lite fokus på opplæring i bruk av digitale verktøy i løpet av min studietid på høgskolen. Dette var noe av grunnen til at jeg ønsket å forske på dette temaet, da jeg opplevde at det vi lærte om bruk av digitale verktøy ikke var tilstrekkelig i forhold til det som møtte meg i praksisperiodene.

I en skolehverdag som stadig blir mer digital, og en læreplan som stadig krever mer digital opplæring, er det behov for mer forskning innenfor dette temaet.

Referanser

- Alfasoft. (u.å., 01.04.22). *What is NVivo?* <https://www.alfasoft.com/no/produkter/statistikk-og-analyse/nvivo.html>
- Blikstad-Balas, M. (2020). Hva sier forskningen om det digitale klasserommet? I A. S. Michaelsen (Red.), *Det digitale klasserommet - Utnytt mulighetene!* (s. 136-145). Cappelen Damm Akademisk.
- Daus, S., Aamodt, P. O. & Tømte, C. E. (2019). *Profesjonsfaglig digital kompetanse i lærerutdanningene: Undersøkelse av tilstand, holdninger og ferdigheter ved fem grunnskolelærerutdanninger* (NIFU-rapport 2019:13). Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning. <https://nifu.brage.unit.no/nifu-xmlui/bitstream/handle/11250/2602702/NIFU-rapport2019-13rev.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H. & Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational studies in mathematics*, 75(2), 213-234. <https://doi.org/10.1007/s10649-010-9254-5>
- Drijvers, P., Tacoma, S., Besamusca, A., Doorman, M. & Boon, P. (2013). Digital resources inviting changes in mid-adopting teachers' practices and orchestrations. *ZDM Mathematics education*, 45(7), 987-1001. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0535-1>
- Drijvers, P., Tacoma, S., Besamusca, A., Heuvel, C. v. d., Doorman, M. & Boon, P. (2014). Digital technology and mid-adopting teachers' professional development: a case study. I A. Clark-Wilson, O. Robutti & N. Sinclair (Red.), *The mathematics teacher in the digital era: An international perspective on technology focused professional development* (s. 189-212). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4638-1_9
- Fangen, K. (2010). *Deltagende observasjon* (2. utg.). Fagbokforlaget.
- Fjørtoft, S. O., Thun, S. & Buvik, M. P. (2019). Monitor 2019 - En deskriptiv kartlegging av digital tilstand i norske skoler og barnehager. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2626335/Monitor%2b2019%2bSluttrapport%2bfra%2bSINTEF%2bpublisert%2b20191021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gilje, Ø. (2021). På nye veier: læremidler og digitale verktøy fra kunnskapsløftet til fagfornyelsen. *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 105(2), 227-241. <https://doi.org/10.18261/issn.1504-2987-2021-02-10>
- Gilje, Ø., Ingulfsen, L., Dolonen, J. A., Furberg, A., Rasmussen, I., Kluge, A., Knain, E., Mørch, A., Naalsund, M. & Skarpaas, K. G. (2016). Med ARK&APP: Bruk av læremidler og ressurser for læring på tvers av arbeidsformer. https://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/arkapp_syntese_endelig_til_trykk.pdf
- Gjøsund, P. & Huseby, R. (2017). *Eleven i fokus: observasjonsarbeid i skolen* (3. utg.). Cappelen Damm akademisk.
- Johannessen, A., Christoffersen, L. & Tufte, P. A. (2021). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (6. utg.). Abstrakt forlag.
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2012). *Technological pedagogical content knowledge (TPACK)* [Figur]. <http://www.tpack.org/>
- Koehler, M. J., Mishra, P. & Cain, W. (2013). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *The Journal of Education*, 193(3), 13-19. <http://www.jstor.org.ezproxy.inn.no/stable/24636917>
- Krumsvik, R. J., Egelanddal, K., Sarastuen, N. K., Jones, L. Ø. & Eikeland, O. J. (2013). Sammenhengen mellom IKT-bruk og læringsutbytte (SMIL) i videregående opplæring. https://www.iktogskole.no/wp-content/uploads/2014/05/Sluttrapport_SMIL.pdf

- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg.). Gyldendal akademisk.
- Kvarv, S. (2010). *Vitenskapsteori: tradisjoner, posisjoner og diskusjoner* (2. utg.). Novus forlag.
- Leseth, A. B. & Tellmann, S. M. (2018). *Hvordan lese kvalitativ forskning?* (2. utg.). Cappelen Damm akademisk.
- Løkken, G. & Søbstad, F. (2013). *Observasjon og intervju i barnehagen* (4. utg.). Universitetsforlaget.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017-1054.
- NOU 2014: 7. (2014). *Elevenes læring i fremtidens skole*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/e22a715fa374474581a8c58288edc161/no/pdfs/nou201420140007000dddpdfs.pdf>
- Postholm, M. B. & Jacobsen, D. I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Cappelen Damm akademisk.
- Ringdal, K. (2018). *Enhet og mangfold: samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode* (4. utg.). Fagbokforlaget.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Sollid, H. (2013). Intervju som forskningsmetode i klasseromsforskning. I M. Brekke & T. Tiller (Red.), *Læreren som forsker: innføring i forskningsarbeid i skolen*. Universitetsforlaget AS.
- Trouche, L. (2004). Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: Guiding students' command process through instrumental orchestrations. *International journal of computers for mathematical learning*, 9(3), 281-307. <https://doi.org/10.1007/s10758-004-3468-5>
- Tømte, C., Kåstein, A. & Olsen, D. S. (2013). *IKT i lærerutdanningen* (NIFU rapport 2013-20). Nordisk institutt for studier av innovasjon forskning og utdanning. <https://nifu.brage.unit.no/nifu-xmlui/bitstream/handle/11250/280429/NIFUrapport2013-20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Universitetet i Oslo. (2021). *Nettskjema diktafon-app*. Universitetet i Oslo. <https://www.uio.no/tjenester/it/adm-app/nettskjema/hjelp/diktafon.html>
- Utdanningsdirektoratet. (2017). *Overordnet del - verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Fastsett som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/>
- Utdanningsdirektoratet. (2019). *Dybdelæring*. <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/dybdelaring/>
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i matematikk 1.-10. trinn* (MAT01-05). Fastsett som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/mat01-05>
- Utdanningsdirektoratet. (2021). *Rammeverk for lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse (PfdK)*. <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/profesjonsfaglig-digital-kompetanse/rammeverk-larerens-profesjonsfaglige-digitale-komp/vedlegg/#>
- Wadel, C. (2014). *Feltarbeid i egen kultur*. Cappelen Damm akademisk.

Vedlegg A Intervjuguide

Intervjuguide til intervju av matematikklærer 4. trinn

Masterprosjekt: *Hvordan kan lærere integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn?*

Master i Grunnskolelærer 1-7

Høgskolen i Innlandet, 2021

Einar Viljar Karlsen

Introduksjon

- Ønske velkommen
- Presentasjon av prosjektet
- Taushetsplikt og anonymitet
- Ytre rammer: intervjuet tas opp med diktafon (mobil) og notater.

Innhold

1. Presentasjon av deltaker

- a. Din stilling?
- b. Hvor lenge har du jobbet som matematikklærer?
- c. Har du flere klasser i matematikk enn 4. trinn?

2. Teknologisk kunnskap (hvordan teknologi blir brukt)

- a. Hvilke digitale verktøy har du til rådighet?
 - i. Hvilke digitale verktøy har elevene til rådighet?
- b. Hvilke digitale verktøy bruker du i din matematikkundervisning?
 - i. Hvilke digitale verktøy bruker elevene i undervisningssammenheng?
 - ii. Hvilke digitale verktøy bruker elevene på «fritiden»?
- c. Hvordan bruker du digitale verktøy i matematikkundervisningen?
 - i. Hvordan bruker elevene digitale verktøy i undervisningssammenheng?
- d. Hvordan har du tilegnet deg kunnskap om bruk av digitale verktøy?

- e. Hvordan holder du deg oppdatert når det kommer til ny teknologi og nye programmer?
- f. Er det noe samarbeid med andre lærere på tvers av trinn eller fag når det kommer til bruken av digitale verktøy?
- g. Får du utnyttet de digitale verktøyene til sitt fulle potensiale?

3. Pedagogisk kunnskap (hvordan det undervises)

- a. Hvordan bruker du digitale verktøy når du skal planlegge din undervisning?
 - i. Hvordan implementerer du digitale verktøy i dine undervisningsopplegg i matematikk?
- b. Hvilke fordeler ser du ved å bruke digitale verktøy i matematikkundervisningen?
- c. Hvilke ulemper ser du ved å bruke digitale verktøy i matematikkundervisningen?
- d. Bruker du digitale verktøy som et hjelpemiddel når du skal vurdere elevene?

4. Innholdskunnskap (hva læreren kan)

- a. I hvilke temaer foretrekker du å bruke digitale verktøy?
 - i. I hvilke temaer foretrekker du ikke å bruke digitale verktøy?
- b. Hvorfor bruker du digitale verktøy i din matematikkundervisning?
 - i. Eventuelt hvorfor bruker du ikke det?

5. Hvordan tenker du at du kan integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn?

6. Avslutning

- a. Oppsummering av intervjuet
- b. Ønsker du (deltaker) å si noe mer? Noen spørsmål?
- c. Takk for at du/dere tok deg/dere tid til å delta på dette intervjuet.

NSD NORSK SENTER FOR FORSKNINGSDATA

Vurdering

Referansenummer

146439

Prosjekttittel

Masterprosjekt lærerutdanning

Behandlingsansvarlig institusjon

Høgskolen i Innlandet / Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk / Institutt for matematikk, naturfag og kroppsøving

Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)

Morten Bjørnebye, morten.bjornebye@inn.no, tlf: +4762517877

Type prosjekt

Studentprosjekt, masterstudium

Kontaktinformasjon, student

Einar Viljar Karlsen, einarvkarlsen@gmail.com, tlf: 48289415

Prosjektperiode

01.08.2021 - 01.06.2022

Vurdering (1)

08.09.2021 - Vurdert

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet med vedlegg den 08.09.2021. Behandlingen kan starte.

DEL PROSJEKTET MED PROSJEKTANSVARLIG

For studenter er det obligatorisk å dele prosjektet med prosjektansvarlig (veileder). Del ved å trykke på knappen «Del prosjekt» i menylinjen øverst i meldeskjemaet. Prosjektansvarlig bes akseptere invitasjonen innen en uke. Om invitasjonen utløper, må han/hun inviteres på nytt.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 01.06.2022.

LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

LÆRERES TAUSHETSPLIKT

Lærere har taushetsplikt, og det er viktig at intervjuene gjennomføres slik at det ikke samles inn opplysninger som kan identifisere enkeltelever eller avsløre taushetsbelagt informasjon. Vi anbefaler at du er spesielt oppmerksom på at ikke bare navn, men også identifiserende bakgrunnsopplysninger må utelates, som for eksempel alder, kjønn, navn på skole, diagnoser og eventuelle spesielle hendelser. Vi forutsetter også at dere er forsiktig ved å bruke eksempler under intervjuene.

PERSONVERNPRINSIPPER

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

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

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), og dataportabilitet (art. 20).

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

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

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

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

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

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

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde: <https://www.nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema>. Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

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

Kontaktperson hos NSD: Silje Fjelberg Opsvik
Lykke til med prosjektet!

Vedlegg C Informasjonsskriv og samtykkeerklæring



Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk

Forespørsel om deltagelse i forskningsprosjekt

Hvordan kan lærere integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn?

Informasjonsskriv

Presentasjon

Mitt navn er Einar Viljar Karlsen og jeg studerer master i grunnskolelærer 1-7 ved Høgskolen i Innlandet. Som en avslutning på min utdanning har jeg valgt å skrive en masteroppgave innenfor faget matematikk hvor jeg ønsker å finne ut hvordan lærere kan integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn.

Formål

Formålet med dette masterstudiet er å undersøke hvordan lærere i matematikk på 4. trinn kan integrere ulike digitale verktøy i sin undervisning.. På bakgrunn av dette ønsker jeg å intervju og observere matematikklærere på 4. trinn. Det er ønskelig å intervju og observere lærere fra mer enn én skole for å få et bredere utvalg.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Høgskolen i Innlandet er ansvarlig for prosjektet.

Hva innebærer det for deg å delta?

Deltagelse i forskningsprosjektet vil innebære aktiv deltagelse i form av intervju. Under intervjuet vil det bli tatt opp lyd ved bruk av diktafon. Det vil og bli tatt notater underveis. Intervjuene vil bli gjennomført en-til-en, og tid og sted vil bli avtalt på et senere tidspunkt, dersom du ønsker å delta. Intervjuet er tenkt å ha en varighet på inntil 1 time. Som et supplement til intervjuet, ønsker jeg å observere deg i 1-2 undervisningstimer i matematikk. Intervju og observasjoner vil ikke være mulig å bli utført før tidligst uke 42.

Hva skjer med informasjonen?

Alle personopplysninger vil bli behandlet konfidensielt. Student og veileder vil være de eneste som vil ha tilgang til lydopptak og annen informasjon som er innhentet til prosjektet. Alle lydopptak vil være utilgjengelige for tredjepart ved bruk av Feide innlogging. Senere vil all informasjon som publiseres i masteroppgaven bli anonymisert slik at deltagere ikke vil være mulig å gjenkjenne.

Prosjektet er planlagt avsluttet 15. juni 2022. Når prosjektet er avsluttet vil all data som er samlet inn bli slettet.

Frivillig deltagelse

Det er frivillig å delta i studien, og du kan når som helst i prosessen trekke ditt samtykke uten å måtte oppgi noen grunn. Dersom du velger å trekke deg, vil alle opplysninger om deg bli anonymisert og ikke bli brukt videre i studiet.

Dersom du ønsker å delta eller har noen spørsmål angående studien, kan du ta kontakt med masterstudent Einar Viljar Karlsen på epost: ainarvkarlsen@gmail.com eller på telefon: 48 28 94 15.

Du kan og ta kontakt med veileder for prosjektet: Morten Bjørnebye, Høgskolelektor ved Høgskolen i Innlandet på epost: morten.bjornebye@inn.no eller på telefon: 62 51 78 77.

Studiet er innmeldt til Norsk Senter for forskningsdata (NSD)

Med dette håper jeg du/dere ønsker å delta i mitt prosjekt.

Med vennlig hilsen

Einar Viljar Karlsen

Samtykke til deltagelse i studien

Jeg har mottatt informasjon om prosjektet «*Hvordan kan lærere integrere digitale verktøy i matematikkundervisningen på 4. trinn?*», og fått mulighet til å stille spørsmål.

Jeg samtykker til å delta på

- Intervju og observasjon

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

(Dato og signatur av deltager)