

Matematikklæreres oppfatninger om bruk av digital teknologi i matematikk

En flercasestudie av fem matematikklærere i ungdomsskolen

TONJE HEDDELAND
AMELIA SÆVES THORBJØRNSEN

VEILEDER
Anders Skarpeteig Fidje

Universitetet i Agder, 2023
Fakultet for teknologi og realfag
Institutt for matematiske fag

Master

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på fem lærerike år på grunnskolelærerutdanningen 5-10 ved UiA. I løpet av disse årene har vi fått et innblikk i læreryrket, og gode erfaringer vi kan ta med oss inn i yrket. Da vi startet på studiet høsten 2018 virket det veldig lenge til vi skulle skrive masteroppgaven, men tiden har gått ufattelig fort og her sitter vi med en ferdig skrevet masteroppgave.

Vi ble inspirert av en tidligere masteroppgave som omhandlet digital teknologi, og begge syntes dette virket som et interessant felt å studere videre på. Spesielt med tanke på hvor teknologirik hverdagen vår har blitt, og med det nye Kunnskapsløftet 2020. I tillegg har vi erfart fra praksis ulike holdninger til bruk av digitale teknologier i matematikkundervisningen. Noen praksislærere har vært mer ivrige enn andre, og noen har ikke reflektert over nytten. Personlig ser vi stor nytte av digital teknologi i matematikkundervisningen når det blir brukt på en hensiktsmessig måte. Alt dette har ført til at vi ønsket å undersøke matematikklæreres oppfatninger om bruk av digital teknologi i deres undervisningspraksis.

I løpet av tiden vi har skrevet denne masteroppgaven har det vært flere som har vært til god støtte og hjelp. Vår veileder, Anders S. Fidje har vært en veldig god hjelp, gitt oss gode tilbakemeldinger gjennom hele prosessen, og oppmuntret og støttet oss hele veien. I tillegg vil vi takke Ingvald Erfjord som trådte til som vikarierende veileder helt i starten av masterprosjektet. Vi må også takke dem som gjorde det mulig å gjennomføre denne masteroppgaven, nemlig ledelsen ved skolene lærerne arbeider på og lærerne som stilte opp til intervju. Til slutt vil vi rette en stor takk til korrekturleserne Camilla Tangre og Heidi Sæves Thorbjørnsen.

Sammendrag

Formålet med denne masteroppgaven er å undersøke matematikklæreres oppfatninger om bruk av digital teknologi i matematikkundervisning. For å kunne besvare dette har vi tre forskningsspørsmål:

1. Hvilke oppfatninger har matematikklærere i ungdomsskolen av digital teknologi i matematikk?
2. Hvilke potensialer og utfordringer ser matematikklærere i ungdomsskolen ved bruk av digital teknologi i matematikk?
3. Hvilke digitale teknologier bruker matematikklærere i ungdomsskolen i matematikk, og hvordan utvikler matematikklærere sin kunnskap i bruk av digitale teknologier?

Det teoretiske rammeverket brukt i denne oppgaven er TPACK-modellen og PfdK-rammeverket, i tillegg til tidligere forskning. For å besvare forskningsspørsmålene ble en kvalitativ flercasestudie valgt som metode, og vi gjennomførte intervjuer med fem matematikklærere som jobber i ungdomsskolen. Det ble brukt en induktiv tematisk analyse for å analysere datamaterialet.

Funnene tyder på at det er ulike oppfatninger om bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen. Noen av lærerne er mer positive enn andre, og det er ulike grunner til dette. Flere av potensialene og utfordringene lærerne forteller om er like hos flere eller alle av lærerne. Dessuten ser de også potensialer ved spesifikke digitale teknologier. De mest brukte digitale teknologiene hos disse lærerne er GeoGebra, Excel og digitale læringsplattformer. Lærerne forteller om ulike måter å videreutvikle seg på, men det viser seg også at det er ulik motivasjon for å videreutvikle sin digitale kompetanse. Programmering ble en naturlig del av denne studien da det er nytt i LK20, og her viste det seg også å være store forskjeller på motivasjon og interesse for å videreutvikle sin kunnskap om programmering.

Abstract

The purpose of this master's thesis is to investigate mathematics teachers' perceptions of the use of digital technology in mathematics teaching. To be able to answer this, we have three research questions:

1. What perceptions do secondary school mathematics teachers have of digital technology in mathematics?
2. What potentials and challenges do mathematics teachers in secondary schools see when using digital technology in mathematics?
3. Which digital technologies do mathematics teachers use in secondary school mathematics, and how do mathematics teachers develop their knowledge in the use of digital technologies?

The theoretical framework used in this thesis is the TPACK model and the PfDK framework, in addition to previous research. To answer the research questions, a qualitative multiple-case study was chosen as the method, and we conducted interviews with five mathematics teachers who work in secondary schools. An inductive thematic analysis was used to analyze the data.

The findings indicate that there are different perceptions about the use of digital technology in mathematics teaching. Some of the teachers are more positive than others, and there are various reasons for this. Several of the potentials and challenges the teachers talk about are the same for several or all of the teachers. In addition, they also see potential in specific digital technologies. The most used digital technologies by these teachers are GeoGebra, Excel and digital learning platforms. The teachers talk about different ways to further develop themselves, but it also turns out that there are different motivations for further developing their digital competence. Programming became a natural part of this study as it is new in LK20, and here too, there were also significant differences in motivation and interest in further developing their knowledge of programming.

Innhold

1 Introduksjon.....	3
1.1 Bakgrunn for valg av tema	3
1.2 Forskningsspørsmålene	3
1.3 Begrepsavklaring.....	3
1.4 Oppgavens struktur.....	4
2 Tidligere forskning.....	5
2.1 Potensialer og utfordringer ved bruk av digital teknologi	5
2.2 Digitale teknologier – bruksområder og potensialer	6
2.3 Videreutvikling av digital kunnskap	6
3 Teori	9
3.1 TPACK.....	9
3.1.1 TPACK i en utviklingsprosess.....	10
3.2 Lærerens PfdK.....	13
4 Metode og analyse.....	15
4.1 Forskningstilnærming	15
4.1.1 Flercasestudie	15
4.2 Datagrunnlag og utvalget.....	15
4.3 Datainnsamlingsmetode	16
4.3.1 Semistrukturert intervju	16
4.4 Analysemetode	17
4.4.1 Induktiv Tematisk analyse.....	17
4.5 Etske refleksjoner.....	19
4.6 Validitet og reliabilitet	19
5 Resultater.....	21
5.1 Teknologi i klasserommet	21
5.2 Potensialer og utfordringer.....	26
5.3 Lærernes videreutvikling av digital teknologi	28
6 Drøfting	33
6.1 TPACK i programmering.....	33
6.2 Bekymringer ved bruk av digital teknologi	34
6.3 Bruk av ulike digitale teknologier.....	35

6.4	Potensialer og utfordringer.....	36
6.5	Videreutvikling.....	38
7	Avslutning.....	39
7.1	Konklusjon.....	39
7.2	Implikasjoner for matematikkundervisning	40
7.3	Videre forskning.....	41
7.4	Refleksjoner over eget arbeid.....	41
8	Referanseliste.....	42
	Vedlegg	45
	Vedlegg 1: Intervjuguide	45
	Vedlegg 2: Samtykkeskjemaet	47
	Vedlegg 3: Godkjenning fra NSD	51

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn for valg av tema

Digitale teknologier er på vei til å bli en større del av hverdagen, noe som også fører til at skolehverdagen preges mer og mer av digital teknologi. Elevene vil derfor trenge en god utdanning for å kunne mestre digital teknologi i både hverdagen og arbeidslivet (Meld. St. 28 (2015–2016); Sanne et al., 2016). Dette fører til at lærere må integrere digital teknologi i sin undervisning, noe en rapport fra Utdanningsdirektoratet (Munthe, 2022) viser har en positiv effekt på elevenes læring, i tillegg til at undervisningen kan bli mer spennende og motiverende. Denne rapporten viser også at det er lærerne selv som er den viktigste faktoren for at integrering av digital teknologi skal lykkes (Munthe, 2022).

I 2020 ble den nye læreplanen, LK20, innført i skolen. Med en stadig raskere endring i samfunnet, er det viktig at elevene lærer ferdigheter som er aktuelle og tilpasset fremtiden. Derfor er læreplanen tilpasset denne endringen i samfunnet, slik at elevene tilegner seg kunnskaper og ferdigheter som kan anvendes på områder som per i dag er ukjent (Utdanningsdirektoratet, 2021). I den nye læreplanen for matematikk (Kunnskapsdepartementet, 2019) er programmering spesifikt kommet inn i flere av kompetansemålene, noe som fører til at lærere må ha kunnskap om programmering. Som en del av læreplanen er det også beskrevet fem grunnleggende ferdigheter, deriblant *digitale ferdigheter* (Kunnskapsdepartementet, 2019). For at elevene skal kunne utvikle denne ferdigheten, må lærerne selv inneha gode ferdigheter og kompetanse om digitale teknologier.

Vi har i løpet av våre fem år på lærerutdanningen vært ute i en rekke praksisperioder, og i tillegg tilegnet oss erfaring som tilkallingsvikar. Her har vi opplevd mange ulike praksiser, erfaringer og kompetanse når det gjelder bruk av digitale teknologier. Alt fra liten vilje og manglende interesse til å bruke det, til stor motivasjon og engasjement. Kvaliteten på undervisning med digital teknologi har også variert mye, fra lærere som er ivrige, men ikke får det til på en hensiktsmessig måte, til de lærerne som har fått det til på en eksemplarisk måte. Dette, sammen med en rekke rapporter og nye læreplaner, har derfor vekket en interesse hos oss om hvilke oppfatninger lærere har om bruk av digital teknologi i matematikk.

1.2 Forskningsspørsmålene

Formålet med denne studien er å finne ut av hvilke oppfatninger matematikklærere har om bruk av digital teknologi i matematikk. For å få svar på dette har vi utformet tre forskningsspørsmål:

1. Hvilke oppfatninger har matematikklærere i ungdomsskolen av digital teknologi i matematikk?
2. Hvilke potensialer og utfordringer ser matematikklærere i ungdomsskolen ved bruk av digital teknologi i matematikk?
3. Hvilke digitale teknologier bruker matematikklærere i ungdomsskolen i matematikk, og hvordan utvikler matematikklærere sin kunnskap i bruk av digitale teknologier?

Gjennom en flercasestudie av fem lærere vil disse tre forskningsspørsmålene bli besvart.

1.3 Begrepsavklaring

Begrepene *digital teknologi* og *oppfatninger* er sentrale i denne oppgaven for å besvare forskningsspørsmålene, og vi velger derfor å avklare hva vi mener begrepene innbefatter.

Redecker (2017) definerer *digital teknologi* som "et produkt eller en tjeneste som kan bli brukt til å skape, vise, distribuere, modifisere, lagre, hente, overføre og motta informasjon elektronisk i et digitalt

format” (s. 90, egen oversettelse). Dette er den definisjonen vi velger å støtte oss på i denne studien. Digitale teknologier som vil bli nevnt videre er PC, smarttavle, iPad og ulike programvarer som GeoGebra og Excel, i tillegg til digitale læringsplattformer. Andre begreper som digitale verktøy, digitale ressurser, digitale hjelpemidler, digitale enheter og digitale programmer/programvarer vil alle falle under dette begrepet.

Oppfatninger er et begrep som kan være vanskelig å definere (Öçal, 2021). Vi støtter oss derfor på Philipp (2007) som beskriver oppfatninger som noe som er med på å forme verden, og hvordan personen ser virkeligheten. Oppfatninger hos en person baserer seg på personens fortid, følelser og personlige verdier (Petko, 2012). Når vi derfor skriver om oppfatninger i denne oppgaven, mener vi lærerens tanker og opplevelser med tanke på deres virkelighet i bruk av digitale teknologier i matematikkundervisning.

1.4 Oppgavens struktur

I dette kapittelet har vi tatt for oss bakgrunn for valg av tema og formålet med studien. Neste kapittel vil tidligere forskning bli redegjort for, mens i kapittel 3 blir teori presentert. I kapittel 4 vil vi redegjøre for ulike valg som er tatt med tanke på forskningstilnærming, datainnsamling og analyseprosessen, i tillegg refleksjoner over etiske aspekter og studiens reliabilitet og validitet. Videre i kapittel 5 vil resultatene fra datainnsamlingen bli presentert, og disse resultatene vil i kapittel 6 bli drøftet opp mot tidligere forskning og teori. Til slutt vil vi i kapittel 7 komme med en konklusjon til hvert av forskningsspørsmålene. I tillegg skriver vi om implikasjoner, videre forskning og refleksjoner over eget arbeid.

2 Tidligere forskning

I dette kapittelet skal vi presentere tidligere forskning vi har funnet som er relevant for å kunne besvare våre forskningsspørsmål. Først vil ulike potensialer og utfordringer om digital teknologi fra andre studier bli presentert. Deretter vil ulike typer av digitale teknologier, hvordan de kan brukes og potensialer ved bruk av dem, bli presentert. Til slutt vil vi legge fram tidligere forskning om utfordringer knyttet til videreutvikling av læreres digitale kunnskap.

2.1 Potensialer og utfordringer ved bruk av digital teknologi

Som en del av en større studie ble tre matematikklærere intervjuet om oppfatninger matematikklærere har om å kombinere digitale og analoge enheter (Wollscheid et al., 2021). Her kommer det fram en positiv holdning til bruk av digitale teknologier i matematikk. I tillegg peker de på en rekke fordeler som at oppfølging av lekser går raskere, større muligheter for å variere og gjøre undervisningen effektiv, enklere å bytte mellom ulike aktiviteter og det er generelt flere muligheter ved digitale teknologier. Andre fordeler med bruk av digital teknologi flere studier påpeker er at elevene kan føle mer på motivasjon, engasjement og synes matematikk er mer gøy, i tillegg til å kunne få en dypere forståelse (Ertmer et al., 2012; Pierce & Ball, 2009; Wachira & Keengwe, 2011; Wollscheid et al., 2021).

Ertmer et al. (2012) har gjennomført dokumentanalyser og tolv intervjuer av lærere og blant annet funnet at lærere kan se på integrasjon av digital teknologi som noe som må gjøres, istedenfor å integrere det i alle temaer. Liknende oppfatning kom også fram i Wollscheid et al. (2021), der en lærer mener digital teknologi må være en mer naturlig del av undervisningen, og ikke en erstatning for noe annet, slik at undervisningen blir enklere og mer effektiv. Samtidig blir det presentert en holdning om at digital teknologi er en del av fremtiden, og vil bli brukt både i private og profesjonelle sammenhenger (Wollscheid et al., 2021). Pierce og Ball (2009) har gjennomført en spørreundersøkelse med 92 matematikklærere og fant at 24% mener at tiden de bruker på å lære elever om digital teknologi, vil ta vekk tiden til å lære matematikk, og de vil dermed ikke ha tid til å dekke alle læringsmål. I Wollscheid et al. (2021) trekker en lærer fram at dårlig klasseledelse er den eneste ulempen ved å bruke digital teknologi, fordi da kan elevene fort gjøre andre ting enn det de skal. Dette blir også påpekt i Wachira og Keengwe (2011), der synes mange lærere det kan være utfordrende å håndtere mange elever som bruker digital teknologi fordi de lett kan spore av.

Håndskrift blir fortsatt undervist om på skolen, selv om håndskrift blir mindre og mindre brukt i hverdagen, noe en lærer i Wollscheid et al. (2021) problematiserer. I tillegg blir det i samme undersøkelse rapportert oppfatninger om at elever lærer bedre og vil få en dypere forståelse ved å ta notater for hånd. Pierce og Ball (2009) fant i sin undersøkelse at 23% av lærerne mener at elevene må gjøre matematikk for hånd først for å kunne oppnå en forståelse, noe som kan føre til at lærere med denne oppfatningen vil unngå bruk av digital teknologi. Samtidig påpeker Pierce og Ball (2009) at lærerne kan bruke digital teknologi for å effektivisere for eksempel prøver, men vil ikke bruke det til å utforske matematikk. I undersøkelsen gjennomført av Wachira og Keengwe (2011) svarte 20 lærere på en spørreundersøkelse og ble intervjuet. Her kom det fram at en stor andel av lærerne mente at elever burde bruke digital teknologi selv om de ikke har mestret de matematiske konseptene eller prosedyrene. Lærerne erkjenner at digital teknologi kan brukes til mer enn å bare gjøre regneoperasjoner kjapt og sjekke svaret (Wachira & Keengwe, 2011).

2.2 Digitale teknologier – bruksområder og potensialer

Det finnes flere muligheter for å bruke regneark i matematikk, to av de mest brukte er Excel og GeoGebra. Regneark nevnes i læreplanen for matematikk, og under den grunnleggende ferdigheten *digitale ferdigheter* (Kunnskapsdepartementet, 2019). Kissane (2007) oppsummerer fordeler ved bruk av regneark og forskning fra skolen, at en heller kan bruke Excel som er et rent regnearkprogram, til algebra og statistikk. Drier (2001) viser til i sin artikkel, som oppsummerer hvordan en kan bruke regneark som interaktivt utforskende læringsverktøy, at regneark har blitt brukt i grunnskolen siden 90-tallet. Det kommer også fram at regneark blant annet har blitt brukt for å utforske matematiske konsepter og gi elever mulighet til å bruke grafiske og numeriske metoder for å løse et problem. Agyei (2013), som gjennomførte observasjon og intervjuer av åtte matematikklærerstudenter, Drier (2001) og Kissane (2007) trekker fram at regneark kan gi muligheten for å eksperimentere og utforske i matematikk. Bruken av regneark kan være tidsbesparende og gir da elever tid til å drive med eksperimentering av matematikk (Kissane, 2007). I tillegg har studier indikert at lærere som klarer å designe og gjennomføre en undervisningsøkt med regneark, engasjerte elevene og medførte utforskning av matematiske konsepter (Niess, Sadri & Lee, 2007, i Agyei, 2013). Bruk av regneark kan også forbedre forståelsen av matematikk (Agyei, 2013; Drier, 2001), og Agyei (2013) trekker fram at forståelse av matematiske konsepter kan forbedres med hjelp av regneark, hvis regneark blir brukt effektivt i klasserommet.

GeoGebra er et digitalt program som kan brukes til geometri, algebra, calculus og regnearkfunksjoner, som gjør at dette programmet enkelt kan brukes på alle undervisningsnivåer i matematikkundervisning (Escuder & Furner, 2011). Dermed er dette et program som kan være nyttig i matematikkundervisningen. Fordeler med GeoGebra er at en kan bruke det til å regne ut store regnestykker, sjekke svar på utregninger og bruke det i utforskning (Ball et al., 2018; Fahlgren & Brunström, 2014).

Muhanna og Nejem (2013) gjennomførte en spørreundersøkelse av 74 lærere og fant en positiv holdning blant matematikklærere til bruken av smarttavle i matematikkundervisning. Spørreundersøkelsen viser til fordeler som at en kan skrive rett på smarttavlen, bruke grafer og diagrammer, lage undervisningsmateriale ferdig på forhånd, kunne fremheve ulike aspekter ved bruk av farger og det er enkelt med gruppesamarbeid. I tillegg kan det være tidsbesparende å få laget undervisningsmateriale på forhånd, smarttavle kan være nyttig med tanke på større plass og arbeidsplass for praktiske aktiviteter, og det kan være enklere å få oppmerksomheten til elevene (Akar, 2020; Mun et al., 2019).

Mye av den tidligere forskningen på læringsplattformer er gjennomført på høyere utdanningsnivå, og handler mye om at en lett kan kommunisere og følge opp studentene med slike plattformer (Alias & Zainuddin, 2005; Coates et al., 2005). Derfor kan disse plattformene minne mer om Itslearning og Canvas, mens studien gjennomført her har mer fokus på læringsplattformer som Skolen CDU og Campus Inkrement. Fordeler Alias og Zainuddin (2005) og Coates et al. (2005) likevel peker på er muligheten for å gjennomføre formativ og summativ vurdering, lærere kan følge opp progresjonen til elevene og se om elevene har gjort oppgavene de skulle gjøre.

2.3 Videreutvikling av digital kunnskap

Lærere rapporterer om lite tid til å lære seg ny digital teknologi, og utvikle sin egen kompetanse (Ertmer et al., 2012; Wachira & Keengwe, 2011). I tillegg ble det uttrykt at digital teknologi bare er enda en ting

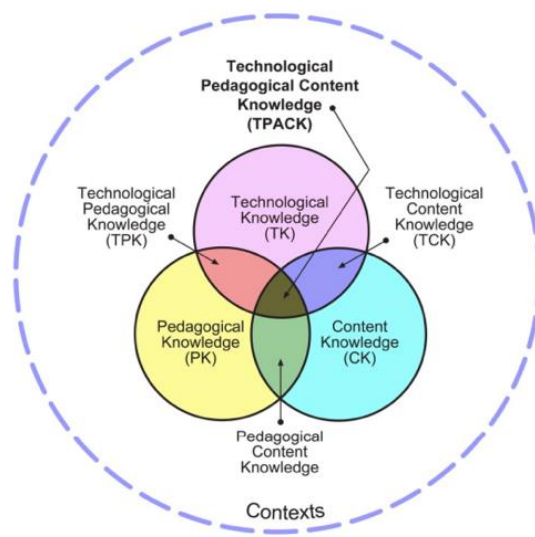
lærere må ha i sin undervisning, istedenfor å integrere det inn i undervisningen (Ertmer et al., 2012). Strevet etter å oppnå kompetansemålene, og å gjøre elevene klar for en sluttvurdering, blir i Wachira og Keengwe (2011) nevnt som årsaker til at lærerne i den studien ikke har tid til å utforske, eksperimentere og integrere digital teknologi i undervisningen. I Ertmer et al. (2012) blir det trukket fram at en lærer oppfatter det som utfordrende når kollegaer ikke bruker digital teknologi fordi de blir skremt av det. En annen oppfatning er utfordringen til kollegers manglende kunnskap og ferdigheter om digital teknologi, og at kollegaene ikke har tid til å lære seg det.

3 Teori

Vi vil nå gjøre rede for teorien som er relevant for å besvare forskningsspørsmålene. Vi vil først beskrive TPACK-modellen, for så å redegjøre for ulike nivåer lærere kan befinne seg innenfor med tanke på lærerens TPACK. Deretter vil vi presentere PfdK-rammeverket og relevante kompetanseområder. TPACK-modellen er en internasjonalt anerkjent modell (Koehler et al., 2013) og vil være med på å sette denne studien i en internasjonal sammenheng. Modellen gir oss et teoretisk grunnlag for å kunne diskutere og forstå lærernes oppfatninger når det kommer til videreutvikling av egen kunnskap om digital teknologi i matematikkundervisning. PfdK-rammeverket kommer fra norske myndigheter og vil sette lærerens digitale kunnskap og oppfatninger inn i en norsk kontekst. Dette rammeverket vil hjelpe oss å sette en teoretisk ramme for hvorfor lærere burde videreutvikle sin digitale kompetanse.

3.1 TPACK

Læreres oppfatning om teknologi i matematikk er et resultat av deres erfaringer og deres individuelle kunnskap. TPACK-modellen beskriver ulike kunnskapsområder, og bygger på Shulman (1986) sin beskrivelse om pedagogisk fagkunnskap. Dette innebærer å ha kunnskap om alternative måter å undervise på, blant annet hvordan en lærer kan formidle et fag slik at alle vil kunne forstå det, en lærer må ha forståelse for hva som gjør læring av et fag lett eller vanskelig og ha kunnskap om hvordan en korrigerer misoppfatninger. Koehler og Mishra (2009) har bygget sin TPACK-modell på denne beskrivelsen av pedagogisk fagkunnskap (PCK). TPACK-modellen består av teknologisk kunnskap (TK), pedagogisk kunnskap (PK) og fagkunnskap (CK) som sammen utgjør TPACK, og den beskriver teknologiens interaksjon med PCK. De tre områdene beskriver den kunnskapen lærere trenger for å undervise *med* teknologi og *om* teknologi, og modellen viser også en interaksjon mellom alle tre kunnskapsområdene (Koehler & Mishra, 2009). Når teknologi er en del av undervisningen, må en lærer være bevisst på hvordan de ulike kunnskapsområdene påvirker hverandre. I tillegg burde de også integreres som en helhet (Thompson & Mishra, 2007). Figur 1 er en illustrasjon av TPACK-modellen og viser hvordan de ulike kunnskapsområdene samhandler og danner fire nye kunnskapsområder (TPACK, TCK, PCK og TPK). Videre skal vi presentere de tre grunnleggende kunnskapsområdene CK, PK og TK, i tillegg interaksjonen mellom disse.



Figur 1. TPACK-modellen (Koehler & Mishra, 2009, s. 63).

Fagkunnskap (CK) handler om faget en lærer skal undervise i, og at kunnskapen som kreves av læreren vil variere ut ifra hvilket nivå læreren underviser på. Det kreves også at læreren har en dypere kunnskap i faget som blir undervist. Konsekvensen av lærere som ikke har en dypere kunnskap i faget, kan være at elevene utvikler misoppfatninger og mottar feilinformasjon (Koehler & Mishra, 2009).

Koehler og Mishra (2009) beskriver at en læreres pedagogiske kunnskap (PK) handler om å ha dyp kunnskap om prosesser og metoder innenfor læring og undervisning. En lærer som innehar god pedagogisk kunnskap, forstår hvordan elevene konstruerer kunnskap og tilegner seg ferdigheter, i tillegg til hvordan elevene danner egne læringsstrategier. For å oppnå denne forståelsen, er det viktig at lærerne forstår hvordan elevene lærer, at de legger opp til gode undervisningsopplegg og vurderingsmetoder og i tillegg har en god klasseledelse (Koehler & Mishra, 2009).

Teknologisk kunnskap (TK) blir beskrevet av Koehler og Mishra (2009) som vanskelig å definere, fordi teknologi er stadig i endring. Derimot gjør de et forsøk på å beskrive generelt hva dette kunnskapsområdet innebærer. Dersom en lærer besitter god teknologisk kunnskap, vil læreren kunne bruke teknologi på en produktiv måte i jobbsammenheng og hverdagen, og dermed vil læreren kunne gjenkjenne når det egner seg å bruke teknologi i undervisningen og når det bare vil være til hinder for å oppnå læringsmålet. Dessuten kreves det at læreren kontinuerlig holder seg oppdatert og utvikler seg med tanke på endringer innenfor teknologi (Koehler & Mishra, 2009).

Teknologisk pedagogisk fagkunnskap (TPACK) er grunnlaget for effektiv undervisning med digital teknologi, og krever en forståelse av interaksjonen mellom de tre grunnleggende kunnskapsområdene. Lærere som tenker over hvordan de kan integrere de tre grunnleggende kunnskapsområdene i undervisningen sin, vil til enhver tid bruke TPACK i undervisningen. Enhver undervisningssituasjon vil gi læreren en unik mulighet til å kombinere de grunnleggende kunnskapsområdene, og det vil aldri være en løsning som gjelder for alle lærere eller fag. Dette krever at lærere evner å være fleksible med tanke på fagkunnskap, pedagogikk og teknologi. Ved å ikke tenke på sammenhengen mellom disse kunnskapsområdene kan det føre til forenklete løsninger og mislykket undervisning. TPACK-modellen viser at de grunnleggende kunnskapsområdene må tenkes på både individuelt, men også sammen som en helhet. For å lykkes med teknologisk undervisning er det viktig å opprettholde en likevekt mellom disse kunnskapsområdene (Koehler & Mishra, 2009).

Figur 1 viser at læreres TPACK burde settes i en kontekst. En lærer kan ha varierende kunnskap om ulike digitale teknologier, derfor vil lærerens TPACK kunne variere fra den ene teknologien til den andre. I denne studien vil vi derfor ta hensyn til spesifikke teknologier og se på lærernes TPACK i ulike kontekster, altså at én spesifikk teknologi er én kontekst. I tillegg kan lærerens TPACK også gå på tvers av ulike kontekster, som vil si på tvers av ulike teknologier.

3.1.1 TAPCK i en utviklingsprosess

Lærere har ulik kunnskap om matematikk, teknologibruk i matematikk og pedagogikk, handler ulikt i møte med de ulike grunnleggende kunnskapsområdene og gjennomgår en prosess der de aksepterer eller avviser bruk av ulike teknologier i matematikk (Niess, 2008). Rogers (2003) utviklet derfor et begynnende rammeverk bestående av en femtrinnsprosess som går fra oppdagelsen av en innovasjon, til å danne en mening om innovasjonen, til å akseptere eller avvise, videre til å implementere den nye innovasjonen og til slutt å få bekreftelse om innovasjonen. Dette rammeverket er utgangspunktet for

Niess (2008) sine fem nivåer om utviklingen av TPACK hos matematikklærere, og hun ser på det hele som en utviklingsprosess.

Niess (2008, s. 5300-5302, egen oversettelse) sine fem nivåer er *gjenkjennelse, akseptere, tilpasning, utforskning og fremskritt* og hvert nivå beskriver ulike oppfatninger som lærere har om bruk av digital teknologi i matematikkundervisning. Videre blir det beskrevet hva som karakteriserer de ulike nivåene:

1. *Gjenkjennelse* (recognizing): Lærere kan bruke teknologien og gjenkjenne teknologiens muligheter innenfor matematikk:

- Gjenkjenne matematiske ideer vist med teknologien.
- Betrakter teknologi som en utforskning av teknologiens muligheter innenfor matematikk, heller enn å bruke teknologi som en direkte undervisningsmetode i matematikk.
- Lærerens kunnskap og oppfatninger om matematikk beskriver matematikk som et fag som må læres gjennom memorering av regler, algoritmer og prosedyrer uten bruk av teknologi.
- Motivasjonen for å utforske, eksperimentere og øve på å integrere ulike teknologier i matematikkundervisning blir utfordret av tanker om hvordan elever lærer matematikk.
- Motstår å endre egen undervisning for å inkludere teknologi, og undersøker heller ikke teknologien.
- Underviser på en tradisjonell måte med lærerstyrt undervisning for deretter å sette igang individuelt elevarbeid og repetisjon.

2. *Akseptere* (accepting): Lærere danner en positiv eller negativ holdning til matematikkundervisning med hensiktsmessige teknologier:

- Aksepterer ideen om at noen teknologier kan være hjelpsomme verktøy i matematikkundervisning.
- Bekymringer om:
 - Oppmerksomheten til elevene blir på teknologien, og ikke på matematikken.
 - Elevers tenkning i matematikk, når teknologien blir brukt som et verktøy for å utforske.
 - Tilgang til teknologi i klasserom og ledelse.
 - Tiden det tar å lære om teknologien tar bort tid for å lære matematikk.
- Bruker et eksisterende undervisningsopplegg for faglig utvikling som inkluderer teknologier.
- Mer egnet til å akseptere teknologi som er undervisningsverktøy fremfor et læringsverktøy.
- Uttrykker ønske om å undervise med teknologi, men har vanskeligheter for å identifisere i hvilke kompetansemål det kan være hensiktsmessig å bruke teknologi.
- Første undervisningsøkt fokuserer på å gi elevene opplæring i teknologien. Når elevene kan bruke teknologien på en effektiv måte, kan fokuset i de påfølgende øktene være på matematikken.

3. *Tilpasning* (Adapting): Lærere engasjerer seg i aktiviteter som fører til et valg om å ta i bruk eller forkaste bruken av spesifikke teknologier i undervisningen:

- Kjenner igjen noen fordeler med å integrere teknologi i matematikkundervisningen.
- Diskuterer ønske om å utforske, eksperimentere og øve på å integrere teknologi som matematiske undervisning- og læringsverktøy.

- Betrakter teknologien som et verktøy for å forbedre matematikktimen, hovedsakelig for å gi elever en ny måte å tilnærme seg matematikken på.
- Tenker på teknologien som en mulighet for å gi elevene en dypere forståelse av matematiske ideer.
- Setter spørsmål ved elevers tanker om teknologi som et læringsverktøy.
- Bruker et eksisterende undervisningsopplegg for faglig utvikling som inkluderer teknologier, men prøver å tilpasse opplegget til egen undervisning.
- Ulike utfordringer begrenser integreringen av teknologi i matematikkundervisningen.
- Undervisningen er primært lærerstyrt for å holde kontroll på hvordan aktiviteten utvikler seg.

4. *Utforskning* (Exploring): Lærere integrere aktivt hensiktsmessige teknologier i matematikkundervisningen:

- Motivert til å utforske, eksperimentere og øve på å integrere passende teknologier i undervisning og læring av matematikk.
- Aksepterer teknologier som verktøy for læring av spesifikke temaer i matematikkundervisning.
- *I integreringsprosessen planlegger, implementerer og reflekterer læreren over undervisningen, med mål om å veilede elever i å forstå matematikk ved å bruke teknologiske verktøy.*
- Kjenner igjen utfordringer med å undervise matematikk med teknologi, men er villig til å utforske strategier og ideer for å redusere virkningene av utfordringene.
- Utforske ideer for å integrere teknologi mer for å utvikle matematikken elevene skal lære.
- Foreløpig vilje til å engasjere elever i utforskning av matematikk med teknologiske verktøy, der læreren sin rolle er veileder fremfor leder for utforskningen.
- Utforsker ulike instruksjonsstrategier (inkludert deduktive og induktive strategier) med teknologi for å engasjere elever til å tenke på matematikk.
- Utforsker ulike undervisningsstrategier (inkludert både deduktive og induktive strategier) med teknologi for å engasjere elevene til å tenke matematisk.
- Gjennomfører undervisningsaktiviteter med mye teknologi for å engasjere elevene til læring av matematikk.
- Fortsetter å lære og utforske ideer for undervisning av matematikk med vekt på teknologi.

5. *Fremskritt* (Advancing): Lærere evaluerer resultatene av beslutningen om å integrere hensiktsmessige teknologier i matematikkundervisningen:

- Vedvarende motivasjon og fortsetter å utforske, eksperimentere og øve på å integrere teknologi som et matematisk undervisnings- og læringsverktøy.
- Aktiv og konsekvent akseptering av teknologi som et verktøy for matematikkundervisning, som fører til at elevene forstår matematiske konsepter og prosesser.
- I integreringsfasen planlegger, implementerer og reflekterer læreren over undervisningen, med mål om at elevenes forståelse av matematikk skal forbedres gjennom integrering av ulike teknologier.
- Kjenner igjen utfordringer med undervisning med teknologi og løser utfordringene gjennom utvidet planlegging og forberedelse for maksimal utnyttelse av de tilgjengelige ressursene og verktøyene.
- Teknologi er integrert, istedenfor å være et supplement, for å utvikle matematikken elevene skal lære.

- Engasjerer elevene til høyere ordens-tenking aktiviteter (for eksempel prosjektbaserte-, problemløsnings- og beslutningsaktiviteter) for å lære matematikk med teknologi som verktøy.
- Tilpasser seg ut ifra en rekke undervisningsstrategier (inkludert deduktive og induktive strategier) med teknologi for å engasjere elevene i å tenke matematisk.
- Gjennomfører undervisningsaktiviteter med mye teknologi på en måte som ivaretar elevers engasjement for å lære matematikk.
- Fortsetter å lære og utforske ideer for undervisning av matematikk med flere teknologier.

3.2 Lærerens PfdK

Senteret for IKT i utdanningen har utarbeidet et rammeverk for lærerens profesjonsfaglige kompetanse, forkortet til lærerens PfdK. Dette rammeverket ble laget fordi digital teknologi bare blir en større og større del av hverdagen vår, og vil prege alle nivåer i utdanningssystemet (Kelentrić et al., 2017). En av de fem grunnleggende ferdighetene elevene skal kunne mestre er digital kompetanse (Kunnskapsdepartementet, 2019).

Elevene skal blant annet dannes til å være kildekritiske, referere korrekt til kilder, kunne kommunisere og samhandle med etiske verdier og holdninger og kunne reflektere over holdninger og handlinger, både egne, men også andres. Lærere har en stor betydning i dette arbeidet, og må derfor selv kunne utvikle sin egen profesjonelle digitale kompetanse, både gjennom utdanning, men også videre i det profesjonelle yrkeslivet (Kelentrić et al., 2017).

“Lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse har et tosidig siktemål: Det ene handler om profesjonsutvikling, det andre om selve profesjonsutøvelsen” (Kelentrić et al., 2017, s. 4).

Rammeverket er en veiledning som ulike institusjoner og instanser kan bruke i arbeidet med å utvikle og øke kompetansen til lærere under utdanning, og til etter- og videreutdanning. Dette rammeverket er satt sammen av syv ulike kompetanseområder, der de individuelt er like viktige, men det er summen av disse områdene som danner den profesjonsfaglige og digitalt kompetente læreren (Kelentrić et al., 2017).



Figur 2. De syv kompetanseområdene i PfdK-rammeverket (Kelentrić et al., 2017, s. 6).

I denne studien er det spesielt to av disse kompetanseområdene vi har valgt å fokusere på: “Fag og grunnleggende ferdigheter” og “Pedagogikk og fagdidaktikk”.

Fag og grunnleggende ferdigheter

Den digitale utviklingen endrer og ekspanderer fagene, og dette er noe en digital kompetent lærer må være bevisst på og ha forståelse for. I tillegg må læreren være bevisst på at en kan integrere digitale ressurser for å oppnå kompetansemålene i fagene, men likevel sikre at de fem grunnleggende ferdighetene også er en del av undervisningen. For å få til dette må læreren utvikle sin egen digitale kompetanse, og være klar over hvilken kompetanse elevene besitter og hvordan dette kan utvikles videre (Kelentrić et al., 2017).

Pedagogikk og fagdidaktikk

En lærer som er profesjonell og dyktig innen digitale ferdigheter, besitter både pedagogiske og fagdidaktiske kunnskaper som er nyttig og viktige for å undervise i digitale omgivelser. Med dette som utgangspunkt, “integrerer læreren digitale ressurser i planlegging, organisering, gjennomføring og evaluering av undervisningen for å fremme elevers utvikling, læring og dannings” (Kelentrić et al., 2017, s. 10).

4 Metode og analyse

I dette kapitlet blir det redegjort for hvilke valg som er tatt om metode og analyseprosessen. Først blir det presentert hvilken forskningstilnærming vi har valgt, for så en presentasjon av utvalget til denne studien. Deretter legger vi fram hvordan datainnsamlingen og analysemetoden ble gjennomført. Til slutt har vi gjort noen etiske refleksjoner, og skrevet om studiens validitet og reliabilitet.

4.1 Forskningstilnærming

I denne studien har vi valgt å ha en kvalitativ tilnærming for å få svar på våre forskningsspørsmål. Kvalitative metoder skal beskrive virkeligheten med hjelp av ord eller språk, og det innsamlede datamaterialet blir skriftlig presentert som sitater fra det folk har sagt, eller blir skrevet ned ut fra det forskeren har observert (Postholm & Jacobsen, 2021). Studien tar sikte på å få innsikt i noen få læreres oppfatninger om bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen og derfor er intervju valgt som metode. Vi har derfor ikke et mål om å generalisere funnene våre.

4.1.1 Flercasestudie

“A case study is an empirical inquiry that investigates a contemporary phenomenon in depth and within its real-life context [...]” (Yin, 2009, s. 18).

En studie kan inneholde flere ulike caser, og da vil forskningen være en flercasestudie (Yin, 2009). I en flercasestudie er det et ønske om å forstå helheten, og for å kunne forstå helheten må en studere likheter og forskjeller mellom enkelt caser. Men det er helheten en ønsker å forstå. I gjennomføringen av forskningen vil en tenke på hver enkelt case og forstå hver enkelt case alene, samtidig som en skal forstå casene som en helhet (Stake, 2006). Når en skal velge ut hvilke caser en skal studere, må det være en viss likhet mellom disse casene. For eksempel en gruppe med lærere, flere skoler eller klinikker (Stake, 2006; Yin, 2009).

Den store forskjellen mellom en enkeltcasestudie og en flercasestudie er at spørsmålet endres fra “hva hjelper oss å forstå casen?” til “hva hjelper oss å forstå helheten?” (Stake, 2006). Resultatene fra en flercasestudie kan være mer overbevisende og robust fremfor en enkeltcasestudie. Samtidig er det ikke alle fenomener som har flere caser, og dermed er det bare mulig å gjennomføre en enkeltcasestudie (Herriott & Firestone, 1983). Derimot er gjennomføringen av en flercasestudie mer ressurs- og tidkrevende (Stake, 2006; Yin, 2009).

Denne studien er en flercasestudie fordi vi ikke er interessert i å si noe om lærerne som en helhet, men heller den enkelte lærerens oppfatning om bruk av digital teknologi i matematikk.

4.2 Datagrunnlag og utvalget

I prosessen med å rekruttere lærere til intervju, spurte vi ledelsen på tre skoler der vi jobber som tilkallingsvikarer, om vi kunne høre med matematikklærerne der om de var interesserte i å delta i vår studie. Vi informerte om studien muntlig på to av skolene, og sendte samtykkeskjemaet (se vedlegg 2) som inneholdt informasjon om studien og hvordan datamaterialet vil bli behandlet til de interesserte. På den tredje skolen videresendte ledelsen samtykkeskjemaet til matematikklærerne på skolen. En lærer på den første skolen og fire lærere på skole nummer to sa seg villige til å delta. Ingen fra skole tre meldte seg. Det var de som bare fikk samtykkeskjemaet tilsendt. Vi hadde i utgangspunktet tenkt å intervju tre til fem lærere, og derfor tilbydde vi de fem aktuelle lærerne å delta. Dersom det hadde vært flere enn fem lærere som tilbydde seg å delta, ville vi ha trukket ut fem lærere for å få et så tilfeldig

utvalg som mulig. Intervjuene med hver enkelt lærer ble gjennomført på skolen de jobber på. Alle lærerne jobber på ungdomsskole, og det var tre menn og to kvinner i alderen fra 25-70 år.

Adam har jobbet som matematikklærer siden 2018. Han har tatt en fireårig lærerutdanning, hvor han tok fagene matematikk, samfunnsfag og kroppsøving. I tillegg tok han ett år med religion, etikk og samfunn. Han har vært med på noen små ettermiddagskurs om programmering.

Ben har vært matematikklærer i seks år. Han gikk ordinær grunnskoleutdanning i fire år, med matematikk som et av sine fag. Han har tatt videreutdanning i programmering (15 studiepoeng), og for tiden studerer han IKT i praksis.

Celine har jobbet som matematikklærer siden 2000. Hun begynte utdanningen med å ta grunnfag i kroppsøving. Etter det tok hun allmennlærerstudiet på tre år, der hun blant annet tok en halvårshenhet i matematikk (45 studiepoeng) og i heimkunnskap. Hun har også tatt en videreutdanning i matematikk på 30 studiepoeng. I tillegg har hun vært på noen småkurs om programmering.

Dina har jobbet som matematikklærer siden midten av 2000-tallet. Hun er utdannet til å jobbe på rederikontor og har tatt ØKAN, med skipsfartsfag som spesialisering og noe økonomi. I tillegg har hun tatt sekretærlinje. Hun har tatt engelsk grunnfag, og på midten av 2000-tallet tok hun et nettstudie i matematikk. Hun har også tatt PED og et datakurs i 1999/2000. Hun nevner at hun har vært på noen kurs med GeoGebra og liknende som tema.

Emil har jobbet som matematikklærer siden 2019. Han gikk først GLU 5-10, men byttet til GLU 1-7 (fireårig) og fullførte det. I tillegg til matematikk har han fagene norsk, engelsk og musikk. Han nevner at han har holdt kurs for sine kollegaer om Minecraft i matematikk, og har vært med på et kurs om digitale verktøy i skolen.

4.3 Datainnsamlingsmetode

4.3.1 Semistrukturert intervju

Et semistrukturert intervju er en samtale der forskeren er bevisst på hva som skal komme fram (Fylan, 2005). Til denne type intervju er det vanlig å forberede en intervjuguide som består av hovedspørsmål og oppfølgingsspørsmål (Kallio et al., 2016). Disse spørsmålene blir stilt underveis i en naturlig kontekst uten å nødvendigvis spørre i samme rekkefølge i alle intervjuene. I tillegg kan forskeren stille oppfølgingsspørsmål som ikke er notert ned i intervjuguiden, men som kan få fram informasjon som er nyttig til forskningen (Postholm & Jacobsen, 2021). Dette gir altså forskeren mulighet til å få deltakeren til å utdype svarene sine ved å spørre etter mer informasjon, eller be om et eksempel (Kallio et al., 2016). I tillegg gir det mulighet for hver enkelt deltaker til å snakke om aspekter som er viktig for dem, og dette kan hjelpe forskeren til å få et bedre svar på forskningsspørsmålet (Fylan, 2005). Før gjennomføring av selve intervjuene, er det vanlig å gjennomføre en pilotstudie. Hensikten er å få testet relevansen og dekingen av spørsmålene, slik at en kan omformulere eller legge til spørsmål (Kallio et al., 2016).

Når forskningsspørsmålene handler om menneskers oppfatninger og meninger, er et semistrukturert intervju passende (Kallio et al., 2016). Med tanke på forskningsspørsmålene i denne studien, ble semistrukturert intervju valgt fremfor strukturert og ustrukturert, fordi spørsmål som ikke var tenkt ut på forhånd kunne bli relevante å spørre om eller be deltakerne om å utdype. Vi ville også ha klart noen spørsmål som ville kunne gi oss svar på våre forskningsspørsmål. I et strukturert intervju blir alle

deltakere stilt de samme spørsmålene i samme rekkefølge, og alle spørsmål som blir stilt er utformet på forhånd. Det er ikke rom for improvisering eller endring av spørsmål i et strukturert intervju. I et ustrukturert intervju er ingen spørsmål utformet på forhånd, og intervjuet foregår mer som en samtale mellom partene (Postholm & Jacobsen, 2021).

Intervjuguiden (se vedlegg 1) vi laget besto av 14 hovedspørsmål. I tillegg var det noen oppfølgingsspørsmål til noen av disse. Vi utformet spørsmålene med tanke på forskningsspørsmålene i tillegg til PfdK-rammeverket. Vi ser i ettertid at vi kunne enten formulert enkelte spørsmål litt annerledes eller eventuelt lagt til flere spørsmål for å få enda bedre svar på forskningsspørsmålene. Under utformingen av spørsmålene tenkte vi nøye over at de ikke skulle være ledende, men heller åpne for lengre svar. I tillegg unngikk vi ja/nei spørsmål. I ettertid ser vi også at vi skulle stilt flere hvorfor og hvordan oppfølgingsspørsmål, fordi vi gjennom analyseprosessen så at vi kunne trengt litt mer utfyllende svar. Gjennom et pilotintervju hadde dette muligens kommet fram og vi kunne vært mer bevisst på hvilke oppfølgingsspørsmål vi burde stilt. Vi vurderte å gjennomføre et pilotintervju, men tiden strakk dessverre ikke til.

Vi brukte en diktafon under intervjuet. Intervjuene varte i alt fra 25 til 50 minutter, men vi hadde én time til rådighet. Det er mulig at lærerne følte et tidspress under intervjuet, og dermed kan det være at lærerne ikke har fått tenkt gjennom spørsmålene grundig nok, eller opplevd at de ikke fikk fram alt de ville si. Lærerne fikk ikke spørsmålene på forhånd, fordi vi var ute etter deres oppfatninger der og da, og ikke svar de hadde tenkt ut på forhånd og muligens diskutert med andre. Siden vi har bekjentskap til lærerne fra før, kan det være at dette har påvirket svarene de ga, og det kan være en mulighet for at de ikke var helt oppriktige.

4.4 Analysemetode

4.4.1 Induktiv Tematisk analyse

For å identifisere, analysere og legge fram temaer fra et datasett, kan en bruke tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006). Denne analysemetoden involverer å finne gjentatte temaer på tvers av et datasett, for eksempel på tvers av flere intervjuer, og krever ikke teoretisk kunnskap om tematisk analyse for å gjennomføre analysen. Tematisk analyse kan brukes når en skal finne ut noe om deltakernes meninger, erfaringer og deres virkelighet. Analysemetoden er ikke tilknyttet et eksisterende teoretisk rammeverk og kan derfor brukes innenfor ulike teoretiske rammer. Det er viktig å tydeliggjøre den teoretiske posisjonen til en tematisk analyse, siden alle teoretiske rammeverk bringer med seg antakelser om dataenes natur. Når en bruker tematisk analyse, er det noen valg forskeren må vurdere og diskutere. Dette er blant annet et valg om hva som kan være et tema, og om en skal gjennomføre en induktiv eller deduktiv analyse. En induktiv analyse medfører at forskeren koder data uten å få kodene til å passe inn i et bestemt teoretisk rammeverk eller forskerens analytiske forutsetninger (Braun & Clarke, 2006). Det vil si at forskeren går inn i studiet med et åpent sinn for hva resultatet av forskningen kan bli, uten å være begrenset av en bestemt teori. Forskeren samler inn relevant data og systematiserer resultatene, for så å danne en teori (Postholm & Jacobsen, 2021). I en slik tilnærming til forskning skal teorier dannes basert på observasjoner som er gjort (Postholm & Jacobsen, 2021). Samtidig må en huske på at forskere ikke kan frigjøre seg fullstendig fra sine teoretiske forpliktelser (Braun & Clarke, 2006). I motsetning til en induktiv analyse, vil en forsker som jobber med deduktiv analyse være preget av at kodene skal passe inn i et teoretisk rammeverk (Braun & Clarke, 2006).

Braun og Clarke (2006) har beskrevet en prosess for å gjennomføre en tematisk analyse. Prosessen er ikke lineær, men rekursiv, slik at en beveger seg fram og tilbake mellom fasene etter behov. Fase én fokuserer på å bli kjent med datamaterialet. Dette innebærer å transkribere dataen (hvis det er behov for det), og lese den innsamlede dataen flere ganger samtidig som en skriver ned ideer for mulige koder. Når en har gjort seg godt kjent med datamaterialet, kan en gå videre til fase to som omhandler å lage innledende koder. Det betyr at en går gjennom datamaterialet, koder det som virker interessant på en systematisk måte og samler data som er relatert til hver kode. Fase tre begynner når hele datasettet er kodet, og da skal en fokusere på å finne potensielle temaer som de ulike kodene passer inn under. En begynner å analysere kodene og prøve å finne ut hvilke koder som kan passe under ulike temaer. Til slutt vil en få en samling av hovedtemaer og undertemaer. Når de potensielle temaene er utviklet, vil fase fire være å finjustere temaene. Dette innebærer å sjekke om temaene er reelle i forhold til kodene som ligger under temaet. Under denne prosessen kan for eksempel noen temaer brytes ned til flere ulike temaer, flere temaer kan bli slått sammen og det er mulig at et tema ikke har nok data til å kunne gi noe grunnlag i det videre arbeidet. Dette kan da fjernes. Det må være klare skiller mellom de ulike temaene, og dataene innenfor disse bør henge godt sammen. Når en er fornøyd med temaene, kan en gå videre til fase fem som går ut på å definere og avgrense temaene som en vil presentere. Dette betyr at en må definere hva essensen i hvert tema er og hvilke aspekt som skal vises. På slutten av denne fasen er det viktig at en kan definere hva hvert tema er og ikke er. Den siste fasen innebærer en endelig analyse og å utarbeide en rapport, og den begynner når en er fornøyd med de gjennomarbeidede temaene. Det er viktig at den skriftlige analysen i rapporten formidler en sammenhengende, logisk og interessant beretning om dataene som blir lagt fram, innenfor og på tvers av temaer. Essensen i hvert tema må komme fram. I tillegg til å formidle en analytisk fortelling, må en også komme med et argument i forhold til forskningsspørsmålet (Braun & Clarke, 2006).

Da vi hadde gjennomført intervjuene, startet arbeidet med å transkribere dem. Gjennom transkriberingsprosessen ble vi godt kjent med datamaterialet, og begynte å se for oss mulige koder og temaer. Til dette arbeidet brukte vi nVivo. Deretter startet arbeidet med å lage innledende koder, som vi deretter brukte for å se etter temaer som kunne være til hjelp for å besvare forskningsspørsmålene våre. Vi sorterte derfor de ulike kodene under passende temaer. Dernest gikk vi gjennom de ulike teamene og datamaterialet som lå under disse, og så etter om dette ville være nyttig for oss. Gjennom hele denne prosessen har vi gått litt fram og tilbake ved å lage nye koder, fordi vi så det trengtes inn under et tema, eller fordi vi så at noe av transkripsjonen kunne kodes som noe vi ikke allerede hadde kodet det som. Videre måtte vi avgrense og navngi de ulike temaene vi ønsket å presentere i studien vår, og gjøre det tydelig hva hvert tema inneholder. Til slutt presenterte vi analysen av datamaterialet i resultatdelen på en logisk og sammenhengende måte, slik at essensen fra hvert tema kom fram. I denne analyseprosessen er det en mulighet for at vi kan ha tolket noe av datamaterialet feil. For å unngå eventuelle feiltolkninger kunne vi ha bedt deltakerne lese gjennom våre analyser for validering. Dette var ikke mulig for oss å gjennomføre på grunn av tidsrammen for denne studien.

Vi ønsket å få et inntrykk av lærernes oppfatninger om bruk av digital teknologi, og vi hadde et åpent sinn om hva disse oppfatningene kunne være. Da analysen var gjennomført fant vi teori og tidligere forskning som kunne være interessant å drøfte våre funn opp mot. Vi hadde derfor ikke et teoretisk rammeverk klart på forhånd som vi ønsket å plassere lærerne i, dermed har denne studien en induktiv fremgangsmåte.

4.5 Ethiske refleksjoner

I en forskningsprosess er det gjerne tre aspekter som er grunnleggende: informert samtykke, krav til anonymitet og krav på korrekt gjengivelse. I tillegg vil forskningsstudier som skal samle inn og behandle personlige opplysninger, ha meldeplikt (Postholm & Jacobsen, 2021).

For å kunne gjennomføre datainnsamlingen sendte vi en søknad til NSD oktober 2022, slik at vi kunne behandle personlige opplysninger. Vi la samtykkeskjemaet vi har brukt med i søknaden, se vedlegg 2. Dette samtykkeskjemaet ble sendt ut til de aktuelle lærerne, og de måtte skrive under på det før vi kunne gjennomføre intervjuene. Deltakerne ble informert om hva datamaterialet skulle brukes til og at de kunne trekke seg til enhver tid etter datainnsamlingen ble gjort. I tillegg opplyste vi om at datamaterialet vil bli slettet etter at oppgaven er fullført og levert. Alt av datamaterialer og dokumenter har gjennom hele prosessen vært lagret på UiA sin passordbeskyttede database, OneDrive. Det er bare veileder og vi som har hatt tilgang til denne databasen. I tillegg ble diktafonen vi brukte under intervjuene lånt fra UiA. Som en takk for at lærerne stilte opp til intervju ga vi dem et gavekort hver, men dette visste de ikke noe om på forhånd. Det har derfor ikke påvirket deres deltakelse.

For å sikre anonymiteten til deltakerne, ble det under arbeidet med transkripsjonen gitt fiktive navn til lærerne: Adam, Ben, Celine, Dina og Emil. I tillegg har vi unnlatt å skrive navn på skole, elever og kollegaer i transkripsjonen. Videre ble transkripsjonen utført ordrett, og det har ikke vært noen form for tolkninger i denne prosessen.

4.6 Validitet og reliabilitet

Postholm og Jacobsen (2021) definerer validitet som gyldigheten til forskningen, og i hvilken grad samsvarer det en studerer og analyserer med teorier og begreper som brukes for å beskrive det en studerer. Det er viktig at forskeren tydeliggjør at det er datamaterialet som fører til analysene og tolkninger, og at dette danner grunnlaget for funnene. Vi har gjennomført et grundig litteratursøk på tematikken for å ha et godt grunnlag til å drøfte, samtidig som TPACK-modellen er mye brukt innenfor fagfeltet. I tillegg har vi inkludert deler av transkripsjonen i presentasjonen av resultatene, slik at det er tydelig at våre tolkninger kommer fra deltakernes ord.

Reliabilitet vil si påliteligheten til en studie. Siden vi har gjennomført en studie om oppfatninger vil det vanskelig la seg gjøre å gjenskape vårt resultat, noe som heller ikke har støtte innenfor den sosiale og menneskeskapte virkeligheten. Fenomener, oppfatninger og virkeligheter kan endre seg raskt, og dermed er det ikke nødvendigvis lav troverdighet i en studie som er grunnen til at andre ikke vil kunne gjenskape de samme resultatene. Dersom forskerne er åpne og gjør prosessen synlig, vil andre ha mulighet til å reflektere over forskningen (Postholm & Jacobsen, 2021). Derfor er målet for oss å presentere vår fremgangsmåte i analysen av datamaterialet på en så presis måte at alle vil forstå det. Dette kan føre til at dersom noen andre hadde gjennomført analysen av vårt datamateriale, ville de fått liknende resultater.

5 Resultater

Hensikten med dette kapittelet er å presentere våre funn. Kapittelet er delt inn i tre underkapitler hvor lærernes oppfatninger vil bli presentert systematisk. Den første delen omhandler hvilke digitale teknologier lærerne bruker. I den andre delen blir resultatene om potensialer og utfordringer presentert. Til slutt fremstilles lærerens oppfatninger om videreutvikling.

I analyseprosessen bestemte vi oss for å bytte ut ordet fordeler med ordet potensial, fordi det er et videre begrep, mens fordeler er mer spesifikt. Ordene ulempe og utfordring ble brukt under intervjuene, og vi har valgt å kun bruke ordet utfordring i studien.

Noen av transkripsjonene som er sitert i resultatdelen vil inneholde [...] eller [et ord]. [...] beskriver at noe av transkripsjonen er tatt vekk, mens ordet inni klammetegnene beskriver det vi har tolket at ordet foran klammetegnene betyr.

5.1 Teknologi i klasserommet

I dette underkapittelet tar vi for oss digital teknologi som lærerne bruker i praksis.

Adam:

Gjennomgang av datamaterialet viste at Adam bruker mest digitale teknologier som PC, GeoGebra, Excel, smarttavle og digitale ressurser som Skolen CDU og Cappelen i matematikkundervisning. Han mener at det er viktig at elevene lærer seg GeoGebra og Excel. Det kom ikke tydelig fram hvor mye programmering Adam bruker i sin matematikkundervisning, men han ønsker å lære mer om det.

Adam bruker Excel når elevene skal lære om statistikk. Han vet at GeoGebra også har regnearkfunksjon som gjør at en ikke trenger Excel, men han mener at Excel er bedre utviklet for diagrammer. *“[...] et program som geogebra har jo også regnearkfunksjon som gjør at du egentlig ikke behøver å bruke Excel, men så har du litt sånn diagrammer og litt i statistikk og sånn så er fremdeles Excel ganske mer, holdt på å si, du kan bruke de i enda større grad enn i eks. GeoGebra [...]”.*

Det er nærliggende for Adam å bruke GeoGebra når temaet er funksjoner. Han nevner også at konstruksjoner kan gjøres i GeoGebra, men det er nedtonet i den nye læreplanen, og i oppgavene i læreboken er gjerne konstruksjonene allerede gjort.

Smarttavle er noe Adam bruker når han har tilgang til en. Han nevner noen potensialer med smarttavle, som at en kan få opp koordinatsystem og skrive rett på koordinatsystemet. Det samme gjelder om han skal gå gjennom en fasit eller en vurdering. Da kan han skrive rett på dokumentet. Hvis det står mye på smarttavlen, skriver han gjerne opp beskjeder og liknende på krittavlen, da han mener at *“det er akkurat som de får det med seg mer hvis jeg skrive på med kritt, enn hvis jeg bare skriver det på skjerm hva de skal gjøre.”*

Adam mener at skolens digitale ressurs, Skolen CDU, er et godt supplement som er med på å variere undervisningen. Han bruker eksempelvis plattformen til å legge ut videoer til elevene, slik at elevene kan se på den til en vurdering eller lekse. Videoene blir også brukt til å vise ulike tilnæringsmåter til et matematisk problem.

Microbit, blokkprogrammering og Python er noe som Adam ikke har brukt mye i sin matematikkundervisning, men han ser at undervisning med slike programmer kan fascinere elevene og

få med elever som synes matematikk er et tungt fag, og er teknisk flinke. *“Ja altså det er jo sånn sett gjennom programmering, altså jeg hadde ikke brukt mye av dette med mikrobit og sånt og jeg ser at den type undervisning kan fascinere og få med endel elever som kanskje synes at matte er et fag som er veldig tungt i utgangspunktet [...]”* For eksempel er microbit fint til å kunne spille stein, saks og papir. Læreboken de har i matematikk nå har ikke et eget kapittel om programmering, men boken gir små drypp av temaet i ulike oppgaver gjennom hele boken.

Adam sier han bruker PC mye i sin matematikkundervisning, og digitale teknologier blir brukt når det er hensiktsmessig å bruke. Han forklarer at han ofte viser pedagogiske videoer, spesielt hvis videoen inneholder konkrete eller figurer, da han selv sier at han ikke er så god til å tegne. Videoer kan forklare matematikken på en annen måte, og Adam ser derfor et potensial for at elevene skal kunne se flere vinklinger til matematikk.

Ben:

Analysen viste at Ben bruker mest Excel, GeoGebra, smarttavle og digitale læringsressurser i sin matematikkundervisning. I tillegg bruker han digitale kalkulatorer som kan vise utregninger steg for steg. Det kommer ikke tydelig fram av analysen hvor mye programmering han bruker i matematikkundervisningen, men det kom fram at han ønsker å bruke det mer.

Ben bruker Excel i matematikkundervisningen når temaet er statistikk. Når elevene arbeider med Excel er han tydelig på at de skal jobbe selv og eksperimentere. Ben bruker også Excel til underveisvurdering.

GeoGebra er et verktøy som Ben føler seg relativt trygg på. Han mener det er naturlig å bruke GeoGebra når elevene skal jobbe med funksjoner, og at det er enklere for elevene å tegne en graf i GeoGebra enn for hånd. Han bruker også glidere i GeoGebra for å illustrere hvordan grafer endrer seg. Ben mener glidere gjør at elevene synlig kan se hva de ulike variablene betyr. Dette hjelper han med å illustrere et poeng mye lettere enn å skulle gjøre det for hånd. Han nevner også at en er styrt av hva læreboken i matematikk legger opp til. Hvis læreboken legger opp til oppgaver i GeoGebra er det enklere å legge til rette for elevarbeid i programmet.

Ben bruker smarttavle, og mener det er en stor styrke. Han trekker fram en rekke styrker ved smarttavler som å kunne planlegge undervisningsmateriale på forhånd, det er mulig å vise litt og litt av et regnestykke, mulighet for interaksjon med elevene, elevaktivitet, ulike muligheter for å illustrere, en kan gå fram og tilbake og se på det som er skrevet og en kan få fram linjaler og ulike geometriske figurer.

Den digitale læringsressursen Campus Inkrement bruker Ben mye, spesielt med tanke på videoer som elevene kan se på. I tillegg kan elevene jobbe på ulike nivåer uten at det er synlig for andre, og lærere har en helt annen mulighet til å følge opp, vurdere og se hvordan elevene gjør det i matematikken. Han mener at underveisvurdering og å sikre vurderingsgrunnlag er mye enklere når elevene jobber digitalt.

Det er uklart hvor mye programmering Ben bruker i matematikkundervisningen. Det kommer imidlertid fram at han ønsker å ta i bruk mer programmering, som Python og liknende. Han sier at det er et stort område med utforskning innenfor programmering som han ikke har gjort. Ben synes ikke det er så lett å ta i bruk programmering mer i matematikkundervisningen, blant annet fordi han mener en er avhengig av et fellesskap med andre lærere på skolen som også ser nytteverdien med programmering i matematikk. Læreboken de har i matematikk legger ikke opp til oppgaver med programmering, og han

mener at matematikklærerne har nok med det som står i matematikkboken. *“Når boken ikke legger opp til noe særlig programmering, så er det på en måte, da har vi nok med det som står i boka, og det er jo litt skivebom da, mener jeg, av den boken vi har nå.”* Han nevner at den ekstra lærerressursen de har til læreboken har noen oppgaver med programmering, men det ligger mye på læreren å bruke det.

Ben mener at programmering må være en integrert del av hvert tema i matematikken for at en skal lykkes med det. Elevene må se at programmering kan gjøre en type oppgave lettere. Ben sier at skolen setter av et par uker til programmering, og når det er gjennomført kan det krysses av listen. *“[...] også blir det sånn derre programmering blir bare sånn derre, kan ikke du ta deg av det også kan ikke du sette av to uker i mars til å gjøre det, også blir det sånn derre, ja nå har de hatt litt programmering, ja okei sjekk, da har vi hatt programmering. Så går videre til neste, ikke sant.”*

Ben bruker digital teknologi når det passer med temaet eller hvis det passer inn i en oppgave.

Celine:

Gjennomgangen av datamaterialet viste at Celine bruker Excel og GeoGebra mest i tillegg til læringsplattformen Skolen CDU. Tidligere brukte hun Campus Inkrement. Hun har ikke så mye kunnskaper om smarttavle da hun per nå ikke underviser fast i et klasserom som har smarttavle. I tillegg er programmering noe hun har undervist lite i, men hun ønsker å jobbe mer med dette.

Celine bruker Excel når temaet i matematikk er statistikk, og har lagt opp til at elevene skal levere inn oppgaver gjort i Excel slik at hun kan gi tilbakemeldinger på arbeidet. Hun påpeker også at Excel er et fint verktøy å bruke videre i voksenlivet, så da er det nyttig å kunne noe om det programmet.

GeoGebra blir brukt når Celine underviser i geometri, hun påpeker også at det er et veldig fint program å bruke med tanke på utforskning i matematikk. *“Nei, det er jo særlig GeoGebra er jo veldig fin i forhold til utforskning og dette her. [...] Men jeg tenker jo at det er veldig fint å på en måte istedenfor, skulle du gjort den samme utforskningen for hånd så må du jo sitte og tegne opp en haug og måle, på trekant og firkant, og her kan du jo få det opp med en gang.”* Hun mener også at alle elever vil kunne få til noe i Geogebra *“[...] de kan jo i hvert fall få til noe og tegne inn en funksjon og det.”* I tillegg har hun lagt opp til at elevene skal levere oppgaver gjort i GeoGebra som hun kan gi tilbakemeldinger på.

For å variere undervisningen bruker Celine læringsplattformen Skolen CDU, selv om oppgavene der stort sett er ganske like de som er i læreboken til Cappelen Damm. Hun kan derfor gi i lekse at elevene skal arbeide med oppgavene som ligger inne på Skolen CDU. Siden det er en digital læringsplattform kan Celine som lærer se om elevene har gjort oppgavene eller ikke. Hun trekker fram at Campus Inkrement var lettere å bruke med tanke på tilpasset opplæring, mens Skolen CDU ikke deler like bra inn etter nivå slik Campus Inkrement gjør. I tillegg hadde Campus Inkrement forklaringsvideoer elevene kunne se på, noe som kunne føre til mer selvstendige elever.

Celine er veldig positiv til bruken av smarttavle, men kjenner på at hun ikke får brukt det så mye da ikke alle klasserommene har det på den skolen hun jobber på. Per nå er hun ikke fast i et klasserom med smarttavle, og føler derfor at hun henger litt bakpå. I forlengelse av dette, trekker hun fram at en setter seg inn i de digitale teknologiene en trenger og har mulighet til å bruke, mens det en ikke får brukt får en heller ikke utviklet.

Hun kjenner at hun gjerne skulle jobbet mer med programmering i undervisningen, og at det er programmering de har jobbet minst med. Hun sier at elevene mangler grunnleggende matematisk kunnskap, og derfor velger hun å prioritere å lære elevene om dette fremfor programmering. *“Så, en blir jo litt sånn, vi burde jo ha jobbet mye mer med dette med programmering og det også, men så blir det, så tenker jeg okei, også mangler de så mye grunnleggende i matematikken. Så føler en, okei vi må jo få tatt det også.”* Hun har brukt Campus Inkrement til programmering på niende trinn, men de måtte da arbeide med oppgaver ment for fjerde trinn siden læreplanen, og dermed lærerressursene, legger opp til at elevene har ferdigheter med programmering. Hun poengterer også at programmer som Excel og GeoGebra er noe hun behersker, mens programmering fortsatt ikke er noe hun mestrer helt.

Det er temaet i matematikkundervisningen som avgjør om og hvilke digitale teknologier Celine velger å bruke. I tillegg bruker hun ulike digitale teknologier i tilpasset opplæring, for eksempel Campus Inkrement. Celine nevner også en elev som bruker Blender, en applikasjon som brukes til modellering og animasjon, i tilpasset opplæring. Før hadde skolen hun jobber på iPader istedenfor PC, og la da mye mer opp til at elevene skulle ta bilde av matematikkleksa og levere digitalt enn hun gjør nå. Dette har gjort at hun ikke så ofte ber elevene levere leksene fordi det er mer tungvint å ta bilde med en PC enn iPad, og hun får dermed ikke fulgt opp leksearbeidet på lik måte som hun gjorde før. *“[...] så lenge vi hadde iPad så hadde jeg jo gjerne at leksa, de tok bilde og leverte inn på Showbie. Og da retta jeg jo. Så egentlig så har jeg jo gjort det ganske mye. Men nå som det er Itslearning, og de har data, så er det mer tungvint å ta bilde.”* Hun sier hun hadde flere innleveringer og tilbakemeldinger digitalt før med iPader, og peker på sammenhengen med at skolen satset mer på bruken av og oppføring på iPad. Dessuten trekker hun fram at det nok er mye annet på PC som en kunne tatt i bruk, men på iPad er det kreative applikasjoner som var relativt enkle å bruke.

Dina:

Etter gjennomføringen av analysen er det klart at Dina bruker Excel, GeoGebra og YouTube-videoer, i tillegg bruker hun Skolen CDU, mens tidligere brukte hun Campus Inkrement. Hun har også tilgang til smarttavle, men det kommer ikke fram om hun bruker denne i matematikkundervisningen sin. Programmering er noe hun selv sier hun ikke mestrer, og må jobbe mer med det.

Det er uklart hvordan Dina bruker Excel i matematikkundervisningen, men hun sier at når de har om et tema Excel kan brukes til, så bruker elevene Excel. I tillegg påpeker hun også at Excel er et program elevene må øve på, spesielt med tanke på å lære og bruke ulike formler.

Dina sier at hun bruker GeoGebra i undervisning om funksjoner, og at det igjen er elevene som selv jobber med oppgaver de kan løse i GeoGebra. CAS er ikke noe hun bruker i arbeid med for eksempel algebra, men at det er noe hun kan vurdere å ta i bruk.

For å variere undervisningen i matematikk bruker Dina Skolen CDU til å legge ut læringsstier, som består av ulike oppgaver som tekstlesing, skriveoppgaver og flervalgsoppgaver. Hun bruker derfor denne læringsplattformen jevnlig. I vurderingsarbeid etter tentamen i matematikk har hun tatt i bruk en ressurs fra Skolen CDU som lot henne fylle inn poengene elevene hadde fått på tentamen, deretter fikk hun ferdigutfylt evaluering og vurdering.

En digital ressurs Dina bruker for å gi elevene mulighet til å få matematiske fremgangsmåter forklart på ulike måter, er bruken av forklaringsvideoer hentet fra YouTube.

Dina ser an hvilket tema hun underviser om i matematikk for å avgjøre om hun skal bruke digital teknologi eller ikke. Dersom de har om likninger, så bruker hun mer tradisjonell tavle. Ellers er det både hun selv og elevene som bruker digital teknologi, som for eksempel at elevene selv lager funksjoner i GeoGebra.

Emil:

Analysen viste at Emil bruker mye Excel og Minecraft i matematikkundervisningen, mens GeoGebra er noe han ikke bruker så mye nå. Han sier også at han bruker Skolen CDU, men det kommer ikke fram hvordan og hvorfor han bruker det. I tillegg ser han stor nytte i bruk av smarttavle, og håper på mer programmering i skolen.

Emil sier han bruker Excel i matematikk når han for eksempel underviser i statistikk, og er opptatt av at elevene skal forstå hva som ligger bak kommandoene. I tillegg trekker han fram at Excel kan brukes til å øke forståelsen til elevene. *“Men også, der igjen, Excel fint, fordi du ser hva som blir gjort, og da skjønner de mer “okei det er sånn det funker”. Plusser du sammen de tolv linjene der, så får du det, fordi da plusser den den, pluss den, pluss den, pluss den, pluss den ikke sant. Hvordan skal du finne gjennomsnitt, nei du må dele som vist her. Men det varierer jo veldig, føler jeg.”*

Som nevnt er ikke GeoGebra det Emil bruker mest, da det ikke er noen temaer på det trinnet han underviser på nå som han ser nytten av å bruke GeoGebra. Derimot tenker han GeoGebra kan brukes når han underviser om funksjoner i matematikk, og at det er et fint verktøy for å sjekke om en funksjon eller likning er korrekt.

Minecraft i matematikkundervisningen er noe Emil har brukt mye, og sier det har vært veldig suksessfullt. Han trekker fram at elever som har vansker med å visualisere, kan dra nytten av å lære om målestokk, størrelse, areal, omkrets og liknende ved å bruke Minecraft. I tillegg har han brukt det til programmering. Han nevner også at han har holdt kurs for kolleger om bruken av Minecraft i matematikkundervisningen.

Emil er veldig positiv til bruken av smarttavle, og ser stor nytte i bruken av det ved for eksempel oppstilling av mattestykker og ved andre former for illustrering. Han brukte det veldig mye før, men har nå lite tilgang til det i faste klasserom.

Programmering er noe Emil synes er veldig spennende og håper på mye mer av det i skolen. *“Det [programmering] er veldig, veldig spennende. Det håper jeg vi kan ha mye, mye mer av.”* Han har brukt ulike ressurser som Minecraft, Kodeskolen og Salaby, og mener det er viktig å lære programmering fordi mer og mer blir automatisert innenfor alle fagfelt, og da må det koding og programmering til. Han ser derfor et stort potensial med å kunne programmering med tanke på når elevene kommer ut i arbeidslivet.

Emil bruker digital teknologi gjerne i oppstart av nytt tema, for å illustrere noe, legger opp til at elevene skal jobbe digitalt både på skolen og med leksearbeid. Samtidig savner han digitale hjelpemidler til ungdomsskolen som kan fange opp de elevene som sliter i matematikk.

5.2 Potensialer og utfordringer

I dette underkapittelet skal vi ta for oss hvilke potensialer og utfordringer lærerne oppfatter ved bruk av digital teknologi i skolen og undervisningstimene.

Adam:

Analysen viste at Adam mener det er flere potensialer med bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen. Han trekker fram at det er enklere å variere undervisningen med for eksempel microbit, smarttavle og digitale ressurser. Han sier videre at matematikkoppgaver kan gjøres mer effektivt med et digitalt program, digital teknologi kan engasjere elever som ikke liker matematikkfaget og gi de opplevelse av mestring. Lærere kan dele videoer, dokumenter og liknende, og se hva elever har gjort av oppgaver på en digital matematikkressurs.

Adam synes at bruk av digital teknologi også kan være utfordrende i matematikkundervisningen. Han har en oppfatning om at digital teknologi kan være med på å skape en mekanisk matematikkforståelse. *"[...] jeg tror at teknologi kan være med på å skape en mekanisk forståelse av ting, at de egentlig bare har en oppskrift som de gjør, og så når de har gjort den mange nok ganger, så på en måte har de pugget seg til det. Men forståelsen er der egentlig ikke."* *"[...] det å kunne ting for hånd det tror jeg fremdeles burde være i bunn for at man skal ha en forståelse."* Han mener også at det kan være tidkrevende å lære elevene opp i ulike digitale teknologier som brukes i undervisningen. Adam sier at elevene må læres opp til å ha gode rutiner i ulike programmer, noe som kan ta mye tid, og da blir han stresset for om han kommer gjennom alt pensum som skal gjennomgås. *"Det tekniske det, ja, de vet hvordan de styrer en bil i et spill, men de vet ikke hvordan de kan få skriftstørrelsen fra 14 til 18. Det er klart at hvis på en måte sånne ting ikke er på plass sånn helt grunnleggende, så må man bruke mye tid [...]"* *"[...] men man blir litt sånn stresset på om man faktisk kommer gjennom alt, når man bruker såpass mye tid på de digitale programmene."* I tillegg mener Adam at det kan være overveldende for noen elever å skulle lære seg mange programmer.

Elevenes modenhet er noe som Adam legger stor vekt på når han snakker om bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen. Han mener elevene er for umodne til å klare å fokusere på undervisningen med en PC på pulten. *"[...] jeg ser jo på utfordringa rundt det med at ting skal blir mer og mer digitalt, tenker på modenheten og hva er det disse, den aldersgruppa, barn og ungdom, 5-10 klasse, hva bruker de teknologi til. Jo de bruker det til spill og de bruker det til sosiale medier, og alt sånn. De bruker det ikke til å bli flinke på hurtigtaster eller å skrive dokument i Word eller jobbe i Excel."* *"[...] det er viktig å presisere at det er veldig mange som ser på den PC-en som et tidsfordriv eller som underholdning. De ser ikke på det som et teknologisk hjelpemiddel, de ser først og fremst på det som en plass hvor de kan spille spill eller se på YouTube og det er litt trist å si, men det er sant."* I tillegg nevner han at for noen elever kan det være mer enn nok for dem å komme seg på skolen. Slike elever trenger minst mulig distraksjoner, og PC-en er et forstyrrelsesmoment.

Adam mener at en lærer og leser bedre med en fysisk bok fremfor å lese på en skjerm. *"[...] man lærer faktisk, man leser bedre av og ha ei fysisk bok, enn å lese på skjerm. Og det kan være det er selvfølgelig noe med lys og sånt på en skjerm også, men det kan være at mye så dukker det opp at noen har sendt en melding på teams og så plutselig har man egentlig ikke fått med seg det avsnittet i det hele tatt [...]"*

Ben:

Resultatene av analysen viste at Ben ser flere potensialer med digital teknologi i matematikkundervisningen. Han mener digital teknologi er tidsbesparende, effektivt og gjør det enklere å illustrere ulike matematiske ideer. I tillegg kan matematikken bli mer visuell og gi en dypere forståelse. Han trekker også fram at digital teknologi gir en mulighet til å fokusere på forståelsen av matematikkproblemet. *“Og så bruker du ikke tid på å tegne fine linjer, bruker tid på forståelsen da av matteproblemet eller det matematiske da, istedenfor tull.”*

Ben synes digital teknologi gjør underveisvurdering lettere og det er enklere å sikre vurderingsgrunnlag. Et digitalt læreverk gir andre muligheter til å følge opp elevene. *“Du har helt andre muligheter til å følge opp og vurdere og se hvordan elevene gjør det, og sånn underveisvurdering blir jo mye lettere hvis de jobber for eksempel digitalt.”* Elevene kan også jobbe på ulike nivåer, uten at nivået elevene jobber på er synlig for andre. Videre nevner han at han kan legge ut videoer til elevene på en digital læringsplattform, slik at elevene kan se videoer og lære av dem.

En utfordring med bruk av digital teknologi Ben trekker fram er konsentrasjonen til elevene. Han nevner at elevene fort kan bli distraheret med en PC foran seg og at elevene må trenes i å bruke digitale teknologier. De må også trenes i hvordan de kan ha gode rutiner og systemer i ulike programmer. Det kom fram at han synes dette er tidskrevende. *“[...] altså du må trene en elev til å lage gode navn på filnavn, du må trene en elev til å ha et godt system, du må trene en elev til å lage, altså ha data, er god på data eller IKT og tekniske hjelpemidler og det er ferdighet som må trenes akkurat som de må trenes i å lese og alt annet og det er ikke liksom, det må bakes inn med alt det andre som også må bakes inn i undervisningen.”*

Ben trekker fram at det er ulik terskel for digital utforskning og trygghet på ulike digitale teknologier blant lærere, derfor synes han at det kan være tungt å arbeide med digital teknologi. Ben påpeker at han kommer med mange ideer om bruk av digital teknologi til lærerfellesskapet, men at ingen andre kommer med ideer om dette. *“[...] så er det jo veldig ulik terskel for digital utforskning eller å trygghet på digitale hjelpemidler, så det synes jeg er veldig tungt egentlig. Å dra, du står i noe og på en måte alle ideene kommer fra meg hele tiden, og ingen andre, og da er det litt tungt kanskje å jobbe med.”* Han sier at når det kommer ny teknologi blir det opp til han å planlegge et opplegg rundt det.

Celine:

Analysen viste at Celine synes det er store potensialer ved bruk av digital teknologi i matematikk, for eksempel er GeoGebra veldig fint å bruke til utforskning, i tillegg til at det er tidsbesparende og de svakeste elevene kan lettere få til å tegne opp en graf i GeoGebra enn for hånd og dermed mestre noe. Elevene kan også enklere klare å finne andre måter å løse matematiske utfordringer og oppgaver på når de har tilgang til digitale programmer, slik som GeoGebra. Hun trekker også fram at det kan være mer spennende og motiverende for noen elever å jobbe digitalt, enn å bare sitte med fysiske bøker.

Et potensial Celine ser ved å bruke læringsplattformer som Skolen CDU og Campus Inkrement er at som lærer kan en se om elevene har gjort de oppgavene de skulle gjøre, men også se hvor lenge de jobbet med oppgavene. I tillegg har slike læringsplattformer oppgaver på ulike nivåer. Et større potensial Celine oppfatter med Campus Inkrement er at elevene hadde tilgang til alle klassetrinn, slik at hun lett kunne gi

oppgaver fra lavere klassetrinn til for eksempel elever som jobbet etter andre kompetansemål. Mens med Skolen CDU får elevene bare tilgang til det klassetrinnet de er på.

Selv om GeoGebra har et potensial til utforskning i matematikk, mener Celine det vil variere etter elevgruppe. Noen elevgrupper har større utfordringer i forhold til å holde på med utforskning, fordi ikke så mange elever blir med på utforskende oppgaver. I tillegg trekker hun fram at det er veldig enkelt for elevene å gå inn på andre nettsider og programmer enn det de skal være inne på. Hun sier videre at tekniske problemer som at elevene ikke har et program eller får til å laste ned noe, gjør at det kan gå mye tid på å fikse det og det kan være en utfordring.

Dina:

Gjennomgangen av datamaterialet viste at Dina synes det er flere muligheter for å variere undervisningen mer ved å bruke digital teknologi, og ikke bare sitte å skrive for hånd i matematikktimene. I tillegg kan det være fint å bruke undervisningsvideoer, slik at matematiske begreper og løsninger kan bli forklart på en annen måte enn det Dina selv gjør. Samtidig trekker hun fram at videre skolegang legger opp til mye bruk av digital teknologi som elevene må lære og mestre. Noen elever kan også synes det er lettere å gjøre ting digitalt, som å lese lengre tekster. Dina mener også at digital teknologi kan være med på å motivere noen elever, men at det i tillegg er andre faktorer som motiverer dem.

Dina trekker fram tekniske problemer som en utfordring, for eksempel dersom strømmen går eller det ikke er internettforbindelse. Samtidig som hun sier at det i matematikk kan være enkelt å finne på en plan B som er analog. En annen utfordring Dina nevner er hvor fort elevene går inn på andre nettsider og programmer enn der de skal være.

Emil:

I gjennomgangen av analysen kom det fram at Emil sier at det å arbeide med digitale teknologier i skolen er veldig rettet mot fremtiden, mot det elevene skal gjøre når de er ferdig på skolen. I arbeidslivet skal de bruke PC, Office og andre programvarer. Han mener derfor at jo tidligere de lærer det, jo bedre er det. Et annet potensial Emil snakker om er bruken av tilbakemeldinger og vurderinger på digitale plattformer, slik som It`slearning. Dersom han publiserer skriftlige vurderinger og tilbakemeldinger der, så vil de alltid ligge der slik at elevene lett kan hente de fram igjen og lese på nytt.

Den største utfordringen Emil opplever er at elevene veldig lett sporer av, plutselig er de inne på noe helt annet enn det de skal være inne på. I tillegg trekker han fram at det digitale tar over for den fysiske skriften, og at elevene mye heller vil skrive på PC enn i ei fysisk skrivebok. *“Altså, skal de skrive i ei bok, nei vi tar det på PC. Nei dere skal skrive i bok. At det blir, det tar over for det fysiske skrift og dette her.”*

5.3 Lærernes videreutvikling av digital teknologi

I dette underkapittelet skal vi ta for oss hvordan lærerne videreutvikler den kunnskapen de allerede har innenfor digital teknologi, om de tar i bruk ny digital teknologi dersom de får tilgang til det, om de aktivt søker etter ny digital teknologi, og om de følger med på forskning og utvikling innenfor fagfeltet.

Adam:

Gjennomgang av datamaterialet viste at Adam videreutvikler sin kunnskap innenfor digitale teknologier han allerede bruker. Han mener lærere er nødt til å videreutvikle seg. *“[...] det er litt sånn du blir litt*

sånn pålagt, eller du må nesten gjøre det fordi at f. Eks. I matematikk så, CAS f. Eks. Før var det på videregående, men nå er det liksom, ikke sant, mye blir jo forskjøvet, så mye av det jeg lærte på VGS, er 10. klassepensum nå, så man blir på en måte, ja, du blir ikke pålagt, men du er nødt til på en måte å følge med". Adam nevner også at programmering krever at lærere videreutvikler seg og lærer om programmering. Når Adam skal lære seg for eksempel Python, går han inn på YouTube, og han vet at det finnes ulike kurs han kan ta.

Adam sier at han tar i bruk ny digital teknologi om han får mulighet til å bruke det, for eksempel gjennom programmering. Men han tror at enkelte matematikklærere, inkludert han selv, av og til vegrer seg for å skulle ta i bruk ny digital teknologi i matematikkundervisningen fordi noen elever har mer enn nok med som blir undervist fra før. *"[...] jeg tror også at enkelte matematikklærere inkludert meg av og til også vegrer seg litt for å skulle ta inn alt mulig forskjellige ting fordi at noen har mer enn nok med det som blir undervist fra før [...]"* Han tror derfor mange elever kan være overveldet etter en undervisningstime med ny digital teknologi, og dermed mister fokuset og ikke får med seg det læreren har undervist om.

Selv mener Adam at han kunne blitt flinkere til å søke etter ny digital teknologi, men han synes han er god til å sjekke ut ny digital teknologi som han blir tipset om, for å se om det er noe han kan bruke. Han tror det er andre matematikklærere på skolen som bruker mer tid enn han på å se på ulike digitale muligheter til undervisningen.

Adam uttrykker at han gjerne skulle brukt mer tid på å følge med på forskning innenfor fagfeltet matematikk hvis han hadde hatt mer tid til det. Han savner et fokus på matematikkfaget og vil gjerne ha muligheten til at matematikklærerne på skolen skal kunne samarbeide i faggrupper på tvers av trinnene. Blant annet for å kunne prate om faget, hva som funker og ikke funker, og dele erfaringer. Han kunne også tenke seg å få muligheten til å gå på flere kurs, spesielt med tanke på programmering. Selv om han har hatt noen småkurs om programmering, vil han lære mer om det og bruke det mer i matematikkundervisningen. Programmering medfører at *"[...] en er nødt til å videreutvikle og lære ikke minst [...]"*

Ben:

Analysen viste at Ben er interessert og motivert for å videreutvikle sin kunnskap innenfor de digitale teknologiene han allerede bruker. Han sier han strekker seg hele tiden for å bli raskere, bedre og mer effektiv, blant annet for å forbedre matematikkundervisningen. For å videreutvikle kunnskapen sin bruker han YouTube, Google, og tester og utforsker ulike digitale programmer. Han har vurdert å dra på kurs i Excel eller liknende, men han sier at han ikke trenger å kunne alt de lærer på slike kurs, fordi det ikke er et behov for avansert bruk av Excel i skolen. Han har et mål om lære noe nytt hver dag, i tillegg har han tatt videreutdanning i programmering.

Ben søker etter nye innspill og nye tilnærminger til matematikkundervisningen, særlig hvis han opplever vanskeligheter med å forklare noe for elevene, eller at elevene ikke får det til. Da prøver han å finne andre metoder, praktiske tilnærminger og liknende. Det er ikke alltid en digital løsning, men hvis det er det og han behersker det, bruker han det. Når det kommer til å ta i bruk ny digital teknologi snakker Ben om utfordringene ved å ikke ha støtte fra kollegaene. Dette er presentert i underkapittelet *potensialer og utfordringer*.

Forskning og utvikling innenfor fagfeltet matematikk er noe Ben sier han følger litt med på og han er relativt interessert. Han følger litt med på kunstig intelligens, kalkulatorer som tar bilde av et matematikkstykke og viser utregning, og liknende.

Celine:

Etter gjennomføringen av analysen viste det seg at Celine føler hun ikke har fått videreutviklet seg så mye innenfor digital teknologi, men at hun vet om ulike ressurser innenfor for eksempel programmering som hun har tenkt at hun kan se mer på. Dette havner imidlertid bak i køen av alt hun skal gjøre. I tillegg nevner hun muligheten for å kunne bruke elever og kollegaer som ressurspersoner, da spesielt med tanke på programmering. Hun har i tillegg vært på flere kurs om programmering.

Celine sier det er mye hun ikke har tatt i bruk av ny digital teknologi som hun har muligheten til å bruke. Da skolen hun jobber på hadde et større satsingsfelt på bruken av iPad, hadde de også mye kursing i bruken av ulike apper. Da fikk hun testet ut en god del av disse appene. I tillegg var hennes klasse med på å teste ut talestyrt skriving, noe hun ser nytten av. Slikt kan gjøre henne engasjert. Mens andre ganger kan hun heller tenke *“ja det var jo fint, men akkurat nå så orker jeg ikke å drive på med det”*. Det var tidligere en mer generell satsing på digital teknologi på skolen, men da ledelsen bestemte at det var PC de skulle bruke, avtok satsingen. I tillegg forteller hun om mange utskiftninger i ledelsen, og mange nye lærere, som har ført til at utviklingsfokuset på digital teknologi har avtatt. Ellers har hun en oppfatning om at det finnes mye nyttig på PC, men at iPad har mange kreative applikasjoner som kan være relativt enkle å bruke.

Selv søker ikke Celine aktivt etter ny digital teknologi, men blir heller tipset av andre om nye digitale teknologier. Som begrunnelse på hvorfor hun ikke gjør det, sier hun at det er tiden som stopper henne. Det er mye som skal gjøres og hverdagen er hektisk, noe som fører til at hun ikke får tid til å søke etter ny digital teknologi. I tillegg sier hun at hun kanskje har mer å gå på med den digitale teknologien hun allerede bruker i matematikk.

Celine følger ikke så mye med på forskning og utvikling innenfor fagfeltet, annet enn at hun leser magasiner om utdanning og skole.

Dina:

Analysen viste at Dina ikke er flink til å aktivt sette seg ned for å videreutvikle den kunnskapen hun allerede har om digital teknologi. Bortsett fra de gangene hun må lære seg noe først før hun skal undervise det til elevene. Et eksempel hun nevner er *“hvordan skal jeg finne ekstremalpunkt, eller et eller annet sånn. Så må jeg, da må jeg gå inn selv og se hvordan jeg gjør det.”*

Med tanke på å ta i bruk ny digital teknologi, sier hun *“[...] jeg må bare ærlig innrømme at all den nye teknologien det kan slite litt på en som meg, som ikke er vant til dette. Så jeg tenker at hvis jeg kan det jeg må kunne, for å si det sånn, så er det greit.”* Hun sier også at før da de brukte iPad hadde hun de applikasjonene hun selv ønsket å bruke og forstod, mens *“De andre får andre ta seg av, tenker jeg. Men bare jeg kan det som skal være her på ungdomsskolen, da er jeg fornøyd med det.”*

I spørsmålet om Dina søker etter ny digital teknologi, kommer det fram at hun ikke gjør det. Hun er likevel åpen for å teste ut nye digitale teknologier dersom andre, for eksempel kollegaer, skulle komme med noe nytt. *“Men altså nå jobber jeg jo sammen med [navn på lærer] da, [...]. Og han er veldig flink,*

og hvis han kommer med noe så prøver jeg jo. Det er ikke sånn at jeg "nei det gjør jeg ikke". Så jeg prøver." Hun sier hun er litt lei av å være på data, og mener at elevene ikke må sitte på data hele tiden. Hun sier også at hun føler det er nok det hun har: "Det er ikke så veldig mange årene jeg skal jobbe, så jeg gidder ikke å sette meg inn i så mye annet."

Dina oppsøker ikke selv forskning og utvikling innenfor fagfeltet, men sier at dersom hun får noe i fanget som hun må lese, gjør hun det.

Emil:

Resultatene av analysen viste at Emil er veldig tydelig på at han videreutvikler den kunnskapen han allerede har innenfor digital teknologi. Han bruker mye teknologi i hverdagen, og er aktiv med å finne ut av nye digitale teknologier, hvordan han kan bruke de i undervisning og tester det for å se om det passer til nivået klassen hans ligger på. Han kan også teste ut nye digitale teknologier sammen med klassen, og be dem komme med tilbakemeldinger om det var for enkelt eller for vanskelig. For å videreutvikle seg tar han også til seg påfyll som kommer fra andre, for eksempel Facebook-grupper med lærere som deler undervisningsopplegg, podkaster, og andre steder på nett.

Det kommer an på hva den nye digitale teknologien er med tanke på om han vil ta det i bruk eller ikke. Han påpeker at det er forskjell på om teknologien vil overta for alt det andre de holder på med, eller om det bare vil være en tilleggsdel. Han er negativ til å først skulle bruke masse tid på å sette seg inn i en teknologi, for så at det skal komme noe annet som skal ta over det. Det vil da ta for lang tid å sette seg inn i det igjen. Han sier at det vil føre til at de har gått glipp av mye annen undervisning.

Emil sier at han ikke søker så veldig aktivt etter ny digital teknologi, fordi tiden stopper han i å gjøre det. *"Alt for mye jobb for alt for lite tid."* Han søker heller mer etter hvordan han kan konkretisere noe, eller forklare på en annen måte slik at elevene kan få forståelse.

Med tanke på å følge med på forskning og utvikling innenfor fagfeltet, sier Emil at han er dårlig på det. Det må i så fall ha en relevans for den aldersgruppen han underviser for. *"[...] jeg tenker også det at hvis det har en relevans for den gruppa som jeg har da, hvis det har relevans for dem, så vil jeg jo se på det. Men hvis det er snakk om universitetsmatte, så driter jeg lang i det der, helt ærlig. Rett og slett, det har ingenting å si med dem."*

6 Drøfting

Funnene som ble presentert i det foregående kapittelet vil nå bli drøftet opp mot teorien og tidligere forskning som ble redegjort for i henholdsvis kapittel 3 og 2. Først vil TPACK-modellen og Niess (2008) sin utviklingsprosess være grunnlaget for drøftingen, deretter vil tidligere forskning danne grunnlaget. Pfdk-rammeverket vil være en del av grunnlaget for drøftingen der det er hensiktsmessig.

6.1 TPACK i programmering

Programmering er kommet inn som ny teknologi i læreplanen for matematikk (Kunnskapsdepartementet, 2019), og lærerne viser ulike oppfatninger når det kommer til implementering av denne nye teknologien. To av lærerne uttrykker en viss negativitet til programmering i matematikk, mens de tre andre har en positiv oppfatning av dette. I dette underkapittelet blir programmering brukt som kontekst med tanke på TPACK, i tillegg trekker også Pfdk-rammeverket fram at "En profesjonsfaglig digitalt kompetent lærer har pedagogisk og fagdidaktisk kunnskap relevant for profesjonsutøvelsen i digitale omgivelser" (Kelentrić et al., 2017, s. 10).

Adam vegrer seg for å integrere digital teknologi, og dermed kan det være et hinder for han å ta i bruk ny teknologi i sin matematikkundervisning. Han sier han tar i bruk ny teknologi, men programmering er noe han ikke har brukt noe særlig, selv om han ser at det kan være nyttig. Med en slik tankegang vil det være vanskelig å utvikle sin egen TPACK innenfor programmering. Han er likevel interessert i å lære mer om programmering gjennom for eksempel kursing, men han mener at nettkurs kan være vanskelig å følge med på. Det virker dermed ikke som om motivasjonen er helt til stede for å utvikle egen kunnskap om programmering. Adams oppfatning om programmering minner om det Niess (2008) angir som *akseptere*, fordi han ser en nytteverdi av å bruke programmering som et hjelpsomt verktøy i matematikkundervisningen.

Ben er i utgangspunktet positiv til bruk av digital teknologi, likevel støter han på utfordringer som hindrer han i å implementere noen digitale teknologier i matematikkundervisningen, for eksempel programmering. Dette kan dermed tyde på at han har et ønske om å utvikle sin egen TPACK om programmering. Det virker som at han er mer motivert til å utvikle sin teknologiske kunnskap innenfor noen digitale teknologier enn andre. For selv om Ben har et ønske om å bruke programmering mer i matematikkundervisningen, føler han seg stoppet av et kollegiale som ikke ser den samme nytteverdien med programmering i matematikk. I tillegg sier han at læreverket de bruker i matematikk legger opp til lite programmering, men at en ekstra lærerressurs til læreverket har opplegg om programmering. Dette er derimot opptil hver enkelt lærer å ta i bruk, noe Ben da velger å ikke gjøre. Samtidig sier Ben at slik læreverket er lagt opp er det nok å gjøre der, og dermed får de ikke tid til å jobbe med programmering. Dette momentet er også sentralt for Celine da hun sier tiden ikke strekker til for å ta i bruk ny digital teknologi og videreutvikle sin TPACK med tanke på programmering. Ut ifra dette kan det virke som disse lærerne akseptere ideen om at programmering kan være et hjelpsomt verktøy i matematikkundervisningen, men av ulike grunner har de liten kunnskap om programmering og har i liten grad undervist om dette. Til tross for at programmering ligger i læreplanen til matematikk (Kunnskapsdepartementet, 2019). Disse oppfatningene har paralleller med det Niess (2008) angir som *tilpasning*, fordi disse lærerne uttrykker et ønske om å utforske, eksperimentere og øve på å integrere teknologi i matematikkundervisningen.

Selv om Dina oppfatter potensialer med digital teknologi, virker motivasjonen fraværende med tanke på å utvikle sin egen TPACK innenfor programmering. Det kommer tydelig fram at hun ikke er interessert i å utvikle sin teknologiske kunnskap. Dette har fellestrekk med det Niess (2008) identifiserer som *gjenkjennelse*, grunnet liten vilje til å utforske, eksperimentere og øve på å integrere digital teknologi i matematikk. Likevel er hun klar over at hun må lære seg programmering, fordi dette er en del av læreplanen (Kunnskapsdepartementet, 2019) og noe hun skal undervise om. Det kan derfor tenkes at dette er en motivasjonsfaktor for å lære seg programmering.

I motsetning til de lærerne som er diskutert over, tar Emil i bruk hensiktsmessige digitale teknologier og er motivert til å utforske, eksperimentere og øve på å integrere digitale teknologier i matematikk. Dermed virker det som at han er opptatt av å utvikle sin egen TPACK om programmering og tilegne seg ny kunnskap. Slike ideer har likhetstrekk med det Niess (2008) identifiserer som *utforskning*, da han er motivert og gjennomfører integreringen av digital teknologi i matematikk. Hans oppfatning om programmering er positiv, og synes det er noe som burde være mer integrert i skolen. Derfor virker det som dette er noe han har fokus på å få inn i sin egen undervisning.

Det Niess (2008) beskriver som *fremskritt*, innebærer en vedvarende motivasjon, i tillegg til å fortsette å utforske, eksperimentere og øve på å integrere digital teknologi i matematikkundervisningen over tid. Av det datamaterialet som er samlet inn kan Emil sine oppfatninger minne om dette nivået, men i denne studien ble ikke datamaterialet samlet inn over lengre tid. Det er derfor ikke grunnlag for å ta stilling til dette. Det samme gjelder for det neste underkapittelet.

6.2 Bekymringer ved bruk av digital teknologi

Hos alle lærere kom det fram ulike oppfatninger om utfordringer rundt bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen. Niess (2008) beskriver ulike bekymringer i det hun identifiserer som *akseptere*. Liknende bekymringer har også samtlige lærere i denne studien uttrykt.

Adam og Ben gir uttrykk for at opplæring av elevene i digitale teknologier kan ta bort tid fra å lære de matematikkpensumet. De trekker begge fram viktigheten av å ha gode rutiner i systemene på en PC og digitale programvarer, som for eksempel gode filnavn på et dokument. Det er åpenbart at det tar tid dersom en elev må bruke lang tid på å finne tilbake til ei GeoGebra-fil dersom navnet på filen ikke er lett gjenkjennelig. Derfor vil det i det lange løpet være effektivt å lære elevene gode rutiner om slikt. Samtidig kan det føre til at elevene har mindre tid i undervisningen til å lære seg matematikkpensumet.

Alle lærerne har oppfatningen om at elevene kan bli fristet til å gjøre andre ting enn det de skal på PC-en sin, og dermed spore av fra matematikkundervisningen. Adam mener elevene er for umodne til å kunne arbeide med matematikk på PC. I Wollscheid et al. (2021) blir det trukket fram at dårlig klasseledelse kan føre til at elevene ikke gjør det de skal på digitale enheter. Et liknende poeng blir også trukket fram i Wachira og Keengwe (2011), da det er flere lærere der som mener det vil være vanskelig å lede et større antall elever som bruker digital teknologi og at elevene vil gjøre andre ting enn det de skal. Derimot har ingen av lærerne i vår studie påpekt dårlig klasseledelse som en grunn for at elevene gjør andre ting på PC-en.

Tekniske problemer blir trukket fram som en utfordring av Celine og Dina. For eksempel at det kan ta lang tid å laste ned programvarer eller dokumenter og liknende, eller at det ikke er internettforbindelse. Dette kan føre til at undervisningsopplegget for en matematikktime med teknologi ikke lar seg gjennomføre, og kan videre føre til en bekymring hos lærerne. Men Dina trekker også fram poenget med

at det kan være enkelt å finne på en plan B i matematikk som er analog. Dette forutsetter at læreren er løsningsorientert og tilpasningsdyktig slik at undervisningsopplegget blir lærerikt. Emil savner flere digitale hjelpemidler som er tilpasset for elever som sliter i matematikk på ungdomsskolen, og mener det er lite hensiktsmessig tilgjengelig digital teknologi til dette formålet.

6.3 Bruk av ulike digitale teknologier

Det kom fram at alle lærerne bruker GeoGebra, Excel og digitale læringsplattformer i matematikkundervisningen, mens det er varierende bruk av smarttavle. Ut ifra tidligere forskning kommer det fram ulike måter å bruke disse digitale teknologiene på, og det er ulike oppfatninger om dem.

GeoGebra kan brukes i de fleste temaene innenfor matematikk (Escuder & Furner, 2011), dette er også noe Adam poengterer og bruker selv GeoGebra til flere ulike temaer. Han nevner at GeoGebra har regnearkfunksjon, og at en dermed ikke trenger å bruke for eksempel Excel. Samtidig sier han at Excel er mer utviklet med tanke på statistikk. De resterende lærerne kan bruke GeoGebra når temaet for undervisningen er funksjoner. Disse lærerne mener det er et nyttig program som gjør det enklere å tegne grafer og som har nyttige løsninger, slik som glidere som kan hjelpe med å illustrere et poeng. Derimot er det bare Adam og Emil som nevner bruken av GeoGebra med tanke på algebra, og GeoGebra kan være veldig nyttig når det kommer til store regnestykker (Ball et al., 2018). En annen fordel er muligheten til å sjekke om løsninger på regnestykker er korrekte (Ball et al., 2018), noe Emil også ser verdien av. Fahlgren og Brunström (2014) påpeker at GeoGebra kan brukes til utforskning, en anvendelse som også Celine benytter. Dette er også viktig med tanke på kjerneelementet *utforskning og problemløsning* i læreplanen til matematikk (Kunnskapsdepartementet, 2019). Det er tydelig at ikke alle lærerne utnytter GeoGebra til det fulleste i sin matematikkundervisning, og derfor har de et potensial til å bruke GeoGebra mer. Celine trekker også fram dette poenget med at hun har mer potensial innenfor teknologier hun kan, og dermed ikke søker aktivt etter ny teknologi.

Fire av lærerne i denne studien sier de bruker Excel i statistikkundervisningen, mens det er uklart når Dina bruker Excel. Det er likevel nærliggende å tro at hun også bruker det i statistikkundervisningen. Regneark er et nyttig program for å undervise i algebra og statistikk (Kissane, 2007), og er en digital teknologi som kan brukes til å eksperimentere i matematikk (Agyei, 2013; Drier, 2001; Kissane, 2007). Dette er også et moment Ben er tydelig på at elevene skal gjøre, og kan knyttes opp mot kjerneelementet *utforskning og problemløsning* (Kunnskapsdepartementet, 2019). I tillegg kan regneark være med på å øke forståelsen av ulike matematiske konsepter dersom det blir brukt korrekt (Agyei, 2013). Denne tankegangen har også Emil, da det kan være lett for elevene å se hvilke fremgangsmåter regnearkprogrammet har utført. Med tanke på at de andre lærerne ikke sier noe mer om hvordan eller hvorfor de bruker Excel, er det ikke mulig å drøfte deres oppfatninger om dette.

Det er flere lærere som er positive til bruken av smarttavle i matematikkundervisningen (Muhanna & Nejem, 2013), det uttrykker også fire av lærerne i denne studien. Som nevnt i tidligere forskning er det mange fordeler ved å bruke smarttavle (Muhanna & Nejem, 2013; Mun et al., 2019). Adam og Ben trekker fram potensialer som likner disse fordelene. Samtidig oppfatter Adam at elevene får med seg beskjeder bedre dersom han skriver på en krittavle enn på smarttavlen, mens andre synes det er lettere å holde oppmerksomheten til elevene ved bruk av smarttavle (Akar, 2020). Det kommer ikke fram om Adam ellers synes det er enklere å holde oppmerksomheten til elevene. Derimot er det tydelig at lærere

kan gjøre mye ulikt ved hjelp av ei smarttavle, og det er store muligheter til å utnytte den dersom læreren har tilgang til ei.

Alle lærerne har sagt at de bruker en form for digital læringsplattform, og det er Skolen CDU og Campus Inkrement som i hovedsak blir nevnt. Fordeler med digitale læringsplattformer er at læreren kan følge opp elevenes progresjon, se om elevene har fullført oppgavene og gjennomføre ulike tester, som flervalgsoppgaver (Alias & Zainuddin, 2005; Coates et al., 2005). Dette er liknende potensialer som lærerne i denne studien også har trukket fram om digitale læringsplattformer. I tillegg nevner Celine at oppgaver som ligger på Skolen CDU er veldig lik oppgavene som er i de fysiske læringsbøkene. Dette kan utnyttes i leksearbeid slik at elevene får repetert fagstoff i matematikk.

6.4 Potensialer og utfordringer

Lærerne i denne studien oppfatter en rekke potensialer og utfordringer knyttet til bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen. Flere av disse potensialene og utfordringene er også funnet i tidligere forskning, i tillegg til noen motsetninger.

Fordeler med digital teknologi er blant annet at det er større mulighet for å variere undervisningen og gjøre den mer effektiv, en kan enklere bytte mellom ulike oppgaver og det finnes mange gode digitale ressurser (Wollscheid et al., 2021). Adam og Dina har også uttrykt at digital teknologi kan være med på å variere matematikkundervisningen i større grad. I tillegg nevner Emil flere ulike digitale teknologier som han bruker i sin matematikkundervisning, noe som kan tyde på at han også varierer undervisningen sin med digital teknologi. Adam og Ben trekker fram at digital teknologi gir mulighet for mer effektivt arbeid, mens Ben og Celine sier at det også kan være tidsbesparende.

En annen fordel med digital teknologi er å kunne gi og følge opp leksearbeid når det utføres ved hjelp av digital teknologi (Wollscheid et al., 2021). Adam og Ben legger opp til at elevene skal se på video om et relevant tema i matematikk i lekse, mens Celine gir elevene i lekse å arbeide på Skolen CDU. Emil legger generelt opp til skole- og leksearbeid med bruk av digital teknologi. En interessant diskusjon som oppstår, er det faktumet at Celine la mer opp til innlevering av leksearbeid før da elevene hadde iPad. Mens nå som elevene ikke har iPad lenger, får hun ikke fulgt opp leksearbeidet i like stor grad. Grunnen til dette er at det er lettere å ta bilde av håndskrevne lekser med en iPad enn PC. Derimot trekker Ben fram at han synes det er lettere å følge opp undervisvurdering med bruk av digital teknologi. Da skolen Ben og Celine jobber på gikk over fra iPad til PC, fortsatte Ben å bruke digital teknologi i undervisvurderingen, mens Celine ikke lenger bruker digital teknologi til å følge opp leksearbeid. Det kommer ikke fram av resultatene om hvordan Celine følger opp elevene med tanke på undervisvurdering, bare leksearbeid.

Stikkord som motiverende, engasjerende, mestring og spenning går igjen hos Adam, Celine og Dina. Disse ordene bruker de for å beskrive elevenes følelser ved bruk av digital teknologi. Dette er også momenter som blir trukket fram i flere liknende studier (Ertmer et al., 2012; Pierce & Ball, 2009; Wachira & Keengwe, 2011; Wollscheid et al., 2021). Adam har også sagt at han kan vegre seg litt for å ta inn nye digitale teknologier fordi han tenker enkelte elever har nok med det de allerede har. Det kan derfor tenkes at disse elevene vil bli enda mindre motiverte om de eventuelt skulle fått enda flere digitale teknologier de må forholde seg til. Samtidig kan det tenkes at elever som ikke mestrer digital teknologi, ikke blir noe mer motiverte eller engasjerte når de må bruke det i matematikk. I et slikt tilfelle kan effekten heller være det stikk motsatte.

Digitale enheter må være en naturlig del av undervisningen, og skal ikke erstatte noe annet, men heller gjøre undervisningen mer enkel og effektiv (Wollscheid et al., 2021). Noe av det samme har Ben poengtert når det kommer til programmering. Han mener at programmering må integreres mer i hvert eneste tema for at elevene skal kunne forstå programmering og lykkes med det, slik at de kan se at programmering kan gjøre en oppgave lettere å utføre. Med dette tolker vi at han mener at noen oppgaver vil være enklere å løse med programmering enn på en annen måte. Liknende oppfatning kommer fram i Ertmer et al. (2012) om at digital teknologi skal integreres, og ikke bare være enda en ting som skal gjøres.

Emil påstår at det digitale tar over for den fysiske skriften, noe han ser på som en ulempe. I Wollscheid et al. (2021) blir det presentert en påstand om at folk ikke bruker håndskrift lenger, men at det likevel blir lært på skolen. Det vil si at en lærers oppfatning om dette kan styre undervisningsopplegget med tanke på bruk av digital teknologi eller analoge hjelpemidler. Dette kan medføre at Emil i større grad legger opp til at elevene jobber med matematikk for hånd. Mens en lærer med en oppfatning om at håndskrift ikke blir brukt lenger, kan legge opp til mer digital undervisning. Samtidig sa Emil at digital teknologi vil være en stor del av elevenes hverdag og fremtidige arbeidsliv, og det er derfor viktig at de tilegner seg kunnskap om ulike digital teknologi. Dina trekker også fram dette med at elevene skal bruke mye digital teknologi videre i skolegangen. Andre har også uttrykt oppfatningen om at fremtiden vil være mer digital, både i private og profesjonelle sammenhenger (Wollscheid et al., 2021), noe som i tillegg er et poeng i PfdK-rammeverket (Kelentrić et al., 2017).

Adam uttrykker en oppfatning om at mennesker lærer og leser bedre gjennom en fysisk bok fremfor å lese på skjerm. Wollscheid et al. (2021) har avdekket liknende oppfatninger om at elever lærer mer når de tar notater for hånd, og at hjernen ikke arbeider på samme måte når en tar digitale notater. Adam argumenterer med at lyset på skjermen til PC-en kan være en årsak til dette, men også at det finnes distraksjoner på PC-en som ikke finnes i en fysisk bok. En annen oppfatning Adam har er at elever må kunne gjøre matematikken for hånd for at de skal få den matematiske forståelsen, et poeng som også kommer fram i Pierce og Ball (2009). På den andre siden mener Ben at noen elever vil få en forståelse av matematikk nettopp ved bruk av digital teknologi, og mange av lærerne i Pierce og Ball (2009) mener også at digital teknologi kan hjelpe elevene i å få en dypere forståelse. I likhet med en betydelig del av lærerne i Wachira og Keengwe (2011) kan det tenke seg at Ben også mener elevene skal kunne bruke digital teknologi selv om de ikke mestrer det matematiske, og at den digitale teknologien kan brukes til mer enn bare å gjøre regneprosessen raskere og sjekke om svar er korrekt.

Tiden det tar å bruke digital teknologi i klasserommet kan føre til at lærere føler seg presset på tid og har mindre tid til å undervise elevene i matematikkpensumet (Pierce & Ball, 2009). Adam og Celine har en liknende oppfatning med tanke på tidsbruk og pensum. I stedet for å bruke mer digital teknologi i klasserommet, trekker Adam fram at han kan bruke mye tid på å lære elevene opp i ulike digitale teknologier. Han blir da stresset for om han har tid til å undervise i alt pensumet som skal gjennomgås. Celine derimot påpeker at hun velger å heller bruke tiden på å lære elevene grunnleggende matematikk, da klassen hennes har store mangler, istedenfor å undervise i programmering. Slik det kommer fram er det den elevgruppen Celine har nå som gjør at hun prioriterer vekk digital teknologi, og derfor er det tydelig at hvilken type elevgruppe en har vil legge føringer for hvor enkelt det er å integrere digital teknologi i matematikkundervisningen. Med tanke på det Adam sier, vil det også komme an på elevgruppen han har. Dersom mange av elevene er digitalt teknisk gode, er det ikke sikkert at han trenger å bruke mye tid på å lære elevene opp i digitale teknologier.

6.5 Videreutvikling

PfDK-rammeverket trekker fram viktigheten av at lærere videreutvikler sin digitale kompetanse, men lærerne i denne studien har uttrykt ulike utfordringer som hindrer dem i videreutviklingen.

I Ertmer et al. (2012) kommer det fram at en lærer ser på kollegaers manglende kunnskap og ferdigheter innenfor digital teknologi som den største utfordringen til bruk av digital teknologi i undervisningen. Denne utfordringen trekker Ben fram i sitt intervju, og da spesielt med tanke på programmering. I tillegg mener han at han kommer med mange innspill til lærerfellesskapet, men ingen andre viser noe engasjement, og dermed synes han det blir tungt å arbeide med digital teknologi. Samtidig snakker Celine om nytten av å bruke kollegaer som ressurspersoner innenfor digital teknologi. Dina sier også at hun ikke selv søker etter ny digital teknologi, men er åpen for å teste det ut dersom en kollega kommer med noe nytt. Her har vi ulike oppfatninger rundt bruken av kollegaer som ressursperson. På den ene siden er det en lærer som føler han bidrar mye, mens det på det andre siden er en lærer som selv ikke bidrar med noe nytt, men gjerne tar i bruk ny digital teknologi som hun blir gjort klar over. Adam igjen uttrykker et ønske om tettere samarbeid med alle matematikklærerne på skolen for å videreutvikle kunnskap og kompetanse om digital teknologi. En slik oppfatning om samarbeid mellom kollegaer kan gjøre det enklere for lærere å videreutvikle seg innenfor digital teknologi.

Adam skulle gjerne brukt mer tid på å se på tidligere forskning han kan bruke i sin praksis, mens Celine og Emil sier at de ikke har tid til å søke etter ny digital teknologi de kan bruke i matematikkundervisningen. Den felles faktoren her er for lite tid, noe som også kommer fram i tidligere forskning (Ertmer et al., 2012; Wachira & Keengwe, 2011). De har altså for mye å gjøre, og dermed er det lite tid til å gjøre noe ekstra. Celine og Emil har ikke tid til å søke etter ny digital teknologi, og dermed kan det tenke seg at de heller ikke har tid til å videreutvikle den digitale teknologiske kunnskapen de allerede har. Dette kan føre til at de ikke vil være helt oppdaterte på ny teknologi og teknologi generelt som muligens ville gjort matematikkundervisningen enklere eller vært en stor nytte. Samtidig kan det også tenke seg at en ny digital teknologi som kommer på markedet og som viser seg å være nyttig og effektiv, vil få et godt rykte på seg. Dermed vil det nå de lærerne som mener de ikke har tid til å søke aktivt etter ny digital teknologi.

En av de fem grunnleggende ferdighetene i læreplanen er at elevene skal tilegne seg digital kompetanse (Kunnskapsdepartementet, 2019). For at elever skal kunne utvikle denne kompetansen, krever det at lærere selv har god digital kompetanse, og dermed må de selv utvikle sin egen profesjonelle digitale kompetanse (Kelentrić et al., 2017). Adam, Ben og Emil sier selv at de er opptatt av å videreutvikle sin digitale kompetanse, mens Celine og Dina sier de ikke gjør så mye ut av det. Et poeng Adam har trukket fram er nettopp det at programmering krever at lærere utvikler sin kompetanse. Dette er også et poeng fra PfDK-rammeverket at digital teknologi er med på å endre fag, som for eksempel programmering som er kommet inn i matematikkfaget. Lærere må altså være bevisst på slike endringer, og selv sørge for at de videreutvikle sin kompetanse (Kelentrić et al., 2017). Når det er to lærere som sier de ikke bruker noe særlig tid på å videreutvikle seg, strider dette med PfDK-rammeverket, og det igjen kan føre til at elevene deres ikke får videreutviklet sin egen digitale kompetanse.

7 Avslutning

I dette kapittelet skal vi først skrive en konklusjon til hvert av forskningsspørsmålene ut ifra resultatene og drøfting. Deretter vil vi komme med en mulig implikasjon denne studien kan medføre, for så å skrive om muligheter for videre forskning. I siste underkapittel vil vi komme med våre egne refleksjoner over arbeidet med denne masteroppgaven.

7.1 Konklusjon

Hvilke oppfatninger har matematikklærere i ungdomsskolen av digital teknologi i matematikk?

Ut ifra det datamaterialet som er samlet inn til denne studien vil svaret på dette forskningsspørsmålet være komplekst. Resultatene viser at det er ulike oppfatninger om bruk av digital teknologi blant lærerne. Det kommer fram at noen lærere er mer positive enn andre til bruk av digital teknologi i matematikk, men det er veldig mange ulike grunner som fører til hvorfor noen virker mer positive enn andre. Det kan virke som at det for noen ligger en interesse i bunn for digital teknologi, mens for andre handler det om prioriteringer og mangel på tid. Lærerne i denne studien kan komme med flere ulike potensialer de ser ved bruk av digital teknologi, men også utfordringer som det kan tenke seg er med på å forme deres oppfatning i en mer negativ retning. I tillegg trekker flere fram at de ser nytteverdien for elevene å kunne digital teknologi. Likevel er det ulike aspekter som hindrer dem å videreutvikle sin egen kompetanse.

Hvilke potensialer og utfordringer ser matematikklærere i ungdomsskolen ved bruk av digital teknologi i matematikk?

Til sammen har lærerne kommet med en rekke potensialer ved bruk av digital teknologi. Flere av potensialene hjelper læreren med utformingen av undervisningsøkten ved at digital teknologi kan gjøre undervisningen mer variert og effektiv. I tillegg kommer det fram en oppfatning om at programmering må integreres i undervisningen for at elevene potensielt skal lykkes med det.

Digital teknologi har også et potensiale for å gjøre oppfølgingen av leksearbeid og undereisvurderingen for læreren lettere. Flere av potensialene lærerne i denne studien kommer med gjelder for elevene, som at undervisning med digital teknologi kan fører til motiverte og engasjerte elever, i tillegg til at de kan føle på mestring og spenning. Det vil også gi dem muligheten til å se ulike forklaringsvideoer, og hjelpe dem til å få økt forståelse av matematiske konsepter. Dessuten blir det trukket fram at fremtiden for elevene vil være teknologirik.

Lærerne ser også flere potensialer ved spesifikke digitale teknologier. De utnytter potensialet til GeoGebra til blant annet å undervise om funksjoner, og Excel til å undervise i statistikk. I tillegg utnytter lærerne potensialet til læringsplattformen Skolen CDU for blant annet å variere undervisningen. Smarttavle kom også opp i intervjuene som en digital teknologi som flere enten ser eller utnytter potensialet til.

Samtidig trakk lærerne fram noen utfordringer ved bruk av digital teknologi i sin matematikkundervisning. Alle lærerne opplever at elevene lett blir distraheret når de arbeider med digitale teknologier. Dessuten kan ulike tekniske problemer være en utfordring, og det er tidkrevende å lære elevene digital teknologi som dermed tar vekk tiden fra matematikkundervisningen. Oppfatninger

som at det digitale tar over for den fysiske skriften, at elevene leser bedre i fysisk bok og at elevene må gjøre matematikk for hånd for å øke forståelsen, blir også trukket fram.

Hvilke digitale teknologier bruker matematikklærere i ungdomsskolen i matematikk, og hvordan utvikler matematikklærere sin kunnskap i bruk av digitale teknologier?

Lærerne i denne studien bruker i hovedsak GeoGebra, Excel, og digitale læringsplattformer som Skolen CDU og Campus Inkrement på PC i sin matematikkundervisning. Smarttavle blir aktivt brukt av noen, mens andre ikke har tilgang eller ønske om å bruke smarttavle. I tillegg ble digitale teknologier som Minecraft, Blender, Kodeskolen, Microbit og Salaby nevnt.

På et generelt grunnlag uttrykker lærerne ulike tanker om sin egen videreutvikling av forskjellige digitale teknologier. Noen av lærerne er mer opptatt av å videreutvikle kunnskapen sin enn andre er, og det er ulike grunner for hvorfor de eventuelt ikke videreutvikler seg. Det blir trukket fram at det er demotiverende når kollegaer har manglende kunnskap om digital teknologi, noe som kan hindre videreutviklingen. I tillegg er det lite tid til å videreutvikle sin digitale kunnskap. De er likevel klar over ulike muligheter de kan ta i bruk for å videreutvikle seg. PfdK-rammeverket trekker fram viktigheten av lærerens utvikling av digital kompetanse slik at elevene selv kan få utviklet sin digitale kompetanse. Det er derfor viktig at alle lærere er opptatt av å videreutvikle seg.

Programmering er kommet inn i læreplanen og derfor ble dette et tema i alle intervjuene. Digitale teknologier som Minecraft, Kodeskolen, Salaby og Microbit blir nevnt av et par lærere, og de resterende sier ikke noe om hva de bruker i programmering. Det virker som de fleste lærerne ikke underviser så mye om programmering i matematikk, og flere uttrykker at de kan lite om det. Samtidig sier flere at de har et ønske om å videreutvikle kunnskapen om programmering. Det er likevel et par av lærerne som har en del kunnskap om programmering. Lærerne uttrykker i tillegg ulike oppfatninger om programmering i matematikk, og de ulike læreren viser derfor kjennetegn til ulike nivåer i utviklingsprosessen beskrevet av Niess (2008) når det kommer til deres videreutvikling av TPACK i programmering. Mulighetene lærerne nevner for å videreutvikle seg innenfor programmering er å bruke YouTube, lære av kollegaer, delta på kurs og ta videreutdanning innenfor programmering.

7.2 Implikasjoner for matematikkundervisning

I denne studien ble det gjennomført fem intervjuer av matematikklærere i ungdomsskolen, og funnene kan derfor ikke generaliseres. Derimot vil resultatene kunne gi et lite innblikk i matematikklæreres oppfatninger om bruk av digital teknologi i matematikk.

En mulig virkning av denne studien kan være at lesere blir mer bevisst på sin egen oppfatning av digital teknologi. Dessuten viktigheten av at de selv videreutvikler sin digitale kompetanse, slik at elevene får nødvendig kunnskap innen temaet, med tanke på nåværende og fremtidig bruk av digital teknologi. I tillegg er det en mulighet for å bli inspirert, og å få nye tanker og ideer om hvilke digitale teknologier som er mulig å bruke i egen undervisningspraksis.

En mulig implikasjon med tanke på videreutvikling er viktigheten av samarbeid, delingskultur og bidragsyting. Vi tror at dette vil hjelpe lærere med å videreutvikle seg da de ikke trenger å søke etter ny digital teknologi helt alene, men heller dra nytte av hverandres ideer.

Det kommer fram i denne studien at flere av lærerne har liten kunnskap om programmering. For å hindre at nyutdannede lærere også har lite kunnskap om det, kan utdanningsinstitusjoner sørge for at programmering blir en større del av lærerutdanningen. Samtidig kan skoleledelser legge til rette for at alle matematikklærere får muligheten til å tilegne seg den kunnskapen de trenger for å kunne undervise om programmering.

7.3 Videre forskning

Etter arbeidet med denne studien har vi flere tanker om hva som kan være interessant å forske videre på. Denne studien tok for seg oppfatninger om bruk av digital teknologi, men det kunne i tillegg vært interessant å observere hvordan lærere bruker digital teknologi i sin undervisningspraksis. Vi synes det hadde vært interessant å se om det de sier faktisk stemmer med deres undervisningspraksis. I denne masteroppgaven ville dette vært for omfattende da en må observere en del ulike undervisningstimer for å få et godt datagrunnlag til analysen.

Det hadde også vært mulig å snu om på vår studie, og heller sett på elevers oppfatninger om bruk av digital teknologi i matematikk. Det ville vært interessant å finne ut av hva elevene selv synes om ulike digitale teknologier med tanke på egen læring. Dette kunne ført til nye ideer og tanker for lærere som vektlegger det elevene selv ønsker og synes er engasjerende.

Med tanke på våre forskningsspørsmål kunne det også vært interessant å intervjuer lærere som jobber på en skole med stort fokus på digital teknologi, og lærere som jobber på en skole med mindre fokus på digital teknologi, for så å sammenlikne de ulike oppfatningene som hadde kommet fram. En slik studie kan få fram en tydelighet om hva digital teknologi gjør med kvaliteten på undervisningstimer og læring.

7.4 Refleksjoner over eget arbeid

Vi bestemte oss for en overordnet problemstilling som handlet om hvilke oppfatninger lærere har om digital teknologi i matematikkundervisningen, og deretter hvilke forskningsspørsmål vi ønsket svar på og hvordan datainnsamlingen skulle gjennomføres. Resten av prosessen har jevnt over vært utfordrende, men med en stødig progresjon der vi relativt raskt har løst utfordringer som har oppstått.

Underveis i analyseprosessen og drøftingen opplevde vi at datamaterialet kunne vært mer utdypende med tanke på det vi faktisk ville finne ut av. Vi har derfor reflektert litt over prosessen med å skrive en intervjuguide og gjennomføring av intervjuer, og ser i ettertid at det kunne blitt stilt flere oppfølgingsspørsmål som ville gitt mer informasjon. Vi synes derfor intervjuprosessen har vært det mest utfordrende i denne studien, men vi har likevel fått godt nok datamateriale til å kunne svare på forskningsspørsmålene. I analyseprosessen kodet vi datamaterialet vårt, noe vi tidvis syntes var utfordrende. Det var vanskelig å lage gode koder som ville omfavne flere utsagn, men også å se hva slags utsagn som kunne kodes til hva.

Proessen med å skrive en masteroppgave har vært lærerik, men det har også vært utfordrende med tanke på at vi ikke har skrevet en oppgave med dette omfanget tidligere. Nå som vi har skrevet denne masteroppgaven, sitter vi igjen med tanker og oppfatninger om vår fremtidige bruk av digital teknologi i egen matematikkundervisning, viktigheten av å videreutvikle egen kunnskap og en motivasjon for å tilegne oss digital kompetanse til bruk i undervisningen.

8 Referanseliste

- Agyei, D. D. (2013). The effect of using interactive spreadsheet as a demonstrative tool in the teaching and learning of mathematics Concepts. *International journal of educational planning & administration*, 3(1), 81-99.
- Akar, H. (2020). The Effect of Smart Board Use on Academic Achievement: A Meta-Analytical and Thematic Study. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 8(3), 261-273.
- Alias, N. A. & Zainuddin, A. M. (2005). Innovation for better teaching and learning: Adopting the learning management system. *Malaysian online journal of instructional technology*, 2(2), 27-40.
- Ball, L., Drijvers, P., Ladel, S., Siller, H.-S., Tabach, M. & Vale, C. (2018). *Uses of technology in primary and secondary mathematics education*. Springer.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101.
- Coates, H., James, R. & Baldwin, G. (2005). A critical examination of the effects of learning management systems on university teaching and learning. *Tertiary education and management*, 11(1), 19-36.
- Drier, H. S. (2001). Teaching and learning mathematics with interactive spreadsheets. *School science and mathematics*, 101(4), 170-179.
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E. & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), 423-435. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.02.001>
- Escuder, A. & Furner, J. M. (2011). The Impact of GeoGebra in Math Teacher's Professional Development. International Conference on Technologies in Collegiate Mathematics,
- Fahlgren, M. & Brunström, M. (2014). A Model for Task Design with Focus on Exploration, Explanation, and Generalization in a Dynamic Geometry Environment. *Technology, Knowledge and Learning*, 19(3), 287-315. <https://doi.org/10.1007/s10758-014-9213-9>
- Fylan, F. (2005). Semi-structured interviewing. I J. Miles & P. Gilbert (Red.), *A handbook of research methods for clinical and health psychology* (s. 65-78). Oxford University Press.
- Herriott, R. E. & Firestone, W. A. (1983). Multisite qualitative policy research: Optimizing description and generalizability. *Educational researcher*, 12(2), 14-19.
- Kallio, H., Pietilä, A. M., Johnson, M. & Kangasniemi, M. (2016). Systematic methodological review: developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. *Journal of advanced nursing*, 72(12), 2954-2965.
- Kelentrić, M., Helland, K. & Arstorp, A.-T. (2017). Rammeverk for lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse. *Senter for IKT i utdanningen*. Hentet fra: https://www.researchgate.net/publication/321796206_Rammeverk_for_laererens_profesjonsfaglige_digitale_kompetanse.
- Kissane, B. (2007, 6.-9. Juli). *Spreadsheets, graphics calculators and mathematics education*. 21st Biennial Conference of the Australian Association of Mathematics Teachers, Hobart, Tasmania. <http://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/6265>
- Koehler, M. & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Koehler, M. J., Mishra, P. & Cain, W. (2013). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Journal of education*, 193(3), 13-19.
- Kunnskapsdepartementet. (2019). *Læreplan i matematikk 1.–10. trinn (MAT01-05)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/mat01-05?lang=nob>

- Meld. St. 28 (2015–2016). *Fag – Fordypning – Forståelse: En fornyelse av Kunnskapsløftet*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-28-20152016/id2483955/>
- Muhanna, W. & Nejem, K. M. (2013). Attitudes of mathematics teachers toward using smart board in teaching mathematics. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*, 6(4), 373-380.
- Mun, S., Abdullah, A., Mokhtar, M., Ali, D., Jumaat, N., Ashari, Z., Samah, N. & Rahman, K. (2019). Active Learning Using Digital Smart Board to Enhance Primary School Students' Learning. I. International Association of Online Engineering.
- Munthe, E., Erstad, O., Njå, M.B., Forsström, S., Gilje, Ø., Amdam, S., Moltudal, S., Hagen, S.B. (2022). *Digitalisering i grunnsopplæring; kunnskap, trender og framtidig forskningsbehov*. Kunnskapscenter for utdanning: Universitetet i Stavanger.
- Niess, M. (2008). *Mathematics Teachers Developing Technology, Pedagogy and Content Knowledge (TPACK)*. Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2008, Las Vegas, Nevada, USA. <https://www.learnlib.org/p/28121>
- Petko, D. (2012). Teachers' pedagogical beliefs and their use of digital media in classrooms: Sharpening the focus of the 'will, skill, tool' model and integrating teachers' constructivist orientations. *Computers & Education*, 58(4), 1351-1359. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.12.013>
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. I F. K. Lester (Red.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (s. 257-315). IAP.
- Pierce, R. & Ball, L. (2009). Perceptions that may affect teachers' intention to use technology in secondary mathematics classes. *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 299-317. <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9177-6>
- Postholm, M. B. & Jacobsen, D. I. (2021). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanning*. Cappelen Damm Akademisk.
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu* (EUR 28775 EN). Joint Research Centre (Seville site). Publications Office of the European Union. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5. utg.). Free press.
- Sanne, A., Berge, O., Bungum, B., Jørgensen, E. C., Kluge, A., Kristensen, T. E., Mørken, K. M., Svorkmo, A.-G. & Voll, L. (2016). Teknologi og programmering for alle. *Utdanningsdirektoratet. Hentet mai, 15, 2022*.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.
- Stake, R. E. (2006). *Multiple case study analysis*. Guilford press.
- Thompson, A. D. & Mishra, P. (2007). Editors' remarks: Breaking news: TPCK becomes TPACK! *Journal of Computing in teacher education*, 24(2), 38-64.
- Utdanningsdirektoratet. (2021). Hvorfor har vi fått nye læreplaner? <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/stotte/hvorfor-nye-lareplaner/>
- Wachira, P. & Keengwe, J. (2011). Technology Integration Barriers: Urban School Mathematics Teachers Perspectives. *Journal of Science Education and Technology*, 20(1), 17-25. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9230-y>
- Wollscheid, S., Tømte, C. E., Flittig-Aardalen, H., Vaagland, K. & Vennerød-Diesen, F. (2021). A balancing Act – Perceptions of how Teachers in Norwegian and Mathematics combine Digital and Analogue Devices. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 16(3-4), 102-114. <https://doi.org/10.18261/issn.1891-943x-2021-03-04-02>
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4. utg., Bd. 5). sage.

Öçal, T. (2021). 'I remembered this mathematics course because ... ': how unforgettable mathematics experiences of pre-service early childhood teachers are related to their beliefs. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 52(2), 282-298.
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1861349>

Vedlegg

Vedlegg 1: Intervjuguide

Intervjuguide

Bakgrunnsopplysninger:

1. Hvor lenge har du jobbet som matematikklærer?
2. Kan du beskrive ditt studieløp for å bli lærer?
3. Har du tatt noen kurs om digital teknologibruk i skolen/matematikkundervisningen? I så fall utdyp.

Problemstillingen:

4. Hva slags digital teknologi bruker du i matematikk?
Hva bruker du mest?
Noen nytt du har funnet som du vil bruke mer av?
5. Når bruker du digital teknologi i matematikkundervisningen?
6. Hvordan integrerer du digital teknologi i planlegging, organisering, gjennomføring og evaluering av undervisning?
Tenker du aktivt på bruken av digital teknologi i alle prosesser, i så fall utdyp.
7. Hvilke fordeler ser du ved bruk av digital teknologi i matematikk?
8. Hvilke ulemper eller utfordringer ser du ved bruk av digital teknologi i matematikk?
9. Videreutvikler du kunnskapen innenfor den digitale teknologien du allerede bruker?
Ja: Hvordan?

Nei: Hvorfor?

10. Tar du i bruk ny digital teknologi som du får mulighet til å bruke?

Ja: Hvordan?

Nei: Hvorfor?

11. Søker du aktivt etter ny digital teknologi?

Ja: Hvordan?

Nei: Hvorfor?

Følger du med på forskning og utvikling innenfor fagfeltet?

12. Digital teknologi har fått mer plass i skolen de siste årene, noen umiddelbare tanker om dette?

Avslutning:

13. Kan du oppsummere dine egne tanker om digital teknologi?

14. Er det noe mer du vil si eller legge til?

Vil du delta i forskningsprosjektet

Hvilke oppfatninger har matematikklærere om bruken av teknologi i matematikkfaget?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å finne ut hvilke oppfatninger matematikklærere har om teknologibruk i matematikkfaget. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

I denne masteroppgaven ønsker vi å undersøke mer om hvordan lærere faktisk tenker om bruken av teknologi i matematikkundervisningen, om de ser store fordeler med dette eller ikke. Også om det er noen ulemper, eller noe de ser på som utfordrende. Det er også interessant å finne ut om de bare bruker det de kan, eller om de aktivt søker etter nye metoder, programmer osv. Dette er en 30 studiepoengs masteroppgave, og prosjektet vil foregå i hovedsak fra januar til mai 2023.

Midlertidige forskningsspørsmål som skal analyseres:

- Hvilke tanker har lærere til teknologi i matematikk?
- Hvilke fordeler og ulemper ser lærere ved bruk av teknologi i matematikk?
- Hvilke teknologier bruker lærere i matematikk, og hvordan utvikler lærerne sin kompetanse i bruk av digitale hjelpemidler?

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Universitetet i Agder og Anders Skarpeteig Fidje er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

For å få svar på våre forskningsspørsmål har vi behov for å intervjuere matematikklærere, og derfor ønsker vi å spørre deg om å delta. En av studentene jobber som tilkallingsvikar på din skole, og derfor er det naturlig for oss å spørre deg som matematikklærer på denne skolen om å delta i vårt forskningsprosjekt. Vi vil spørre etter intervjuobjekter på tre ulike skoler.

Hva innebærer det for deg å delta?

For deg som deltar innebærer det å stille opp til et intervju på omtrent en time. Vi vil spørre deg om spørsmål som hjelper oss å svare på forskningsspørsmålene. For eksempel hvilke tanker du som matematikklærer har til teknologi i matematikktimene, om du ser noen fordeler eller

ulemper ved bruk av ulike teknologi og hvordan utvikler lærere sin kompetanse i bruk av digitale hjelpemidler. I intervjuet vil det bli brukt lydopptak for å registrere opplysningene.

Det er frivillig å delta

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

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Vår veileder Anders Skarpeteig Fidje og vi to masterstudentene har tilgang til innsamlet data.

Vi vil bruke en lydopptaker som tilhører UiA, og lydfilen vil overføres til UiA sin sikret skyløsninger og deretter vil råfilen slettes fra lydopptakeren.

I masteroppgaven vil vi anonymisere deg og personopplysninger og gjøre det vi kan for at du ikke kan gjenkjennes av andre.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil etter planen avsluttes når oppgaven blir godkjent ca. 31.08 2023. Når prosjektet er avsluttet vil lydopptak og personopplysninger bli slettet.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Universitetet i Agder har Personverntjenester vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg

- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

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

- Universitetet i Agder ved Anders Skarpeteig Fidje (anders.s.fidje@uia.no) Studentene Amelia Sæves Thorbjørnsen (amelit18@uia.no) og Tonje Heddeland (tonjh18@uia.no)
- Vårt personvernombud: Trond Hauso (personvernombud@uia.no)

Hvis du har spørsmål knyttet til Personverntjenester sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- Personverntjenester på epost (personverntjenester@sikt.no) eller på telefon: 53 21 15 00.

Med vennlig hilsen

Anders Skarpeteig Fidje
(Forsker/veileder)

Amelia Sæves Thorbjørnsen og Tonje Heddeland
(Masterstudenter)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Hvilke oppfatninger har matematikklærere om bruken av teknologi i matematikkfaget?* og har fått anledning til å stille spørsmål.

- Jeg samtykker til å delta i intervju
- Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 3: Godkjenning fra NSD

Vurdering av behandling av personopplysninger

Referansenummer
117557

Vurderingstype
Standard

Dato
15.11.2022

Prosjekttittel

Hvilke oppfatninger har matematikklærere om bruken av teknologi i matematikkfaget?

Behandlingsansvarlig institusjon

Universitetet i Agder / Fakultet for teknologi og realfag / Institutt for matematiske fag

Prosjektansvarlig

Anders Skarpeteig Fidje

Student

Tonje Heddeland

Prosjektperiode

21.11.2022 - 31.08.2023

Kategorier personopplysninger

Alminnelige

Lovlig grunnlag

Samtykke (Personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a)

Behandlingen av personopplysningene er lovlig så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det lovlige grunnlaget gjelder til 31.08.2023.

[Meldeskjema](#)

Kommentar

OM VURDERINGEN

Personverntjenester har en avtale med institusjonen du forsker eller studerer ved. Denne avtalen innebærer at vi skal gi deg råd slik at behandlingen av personopplysninger i prosjektet ditt er lovlig etter personvernregelverket.

Personverntjenester har nå vurdert den planlagte behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at behandlingen er lovlig, hvis den gjennomføres slik den er beskrevet i meldeskjemaet med dialog og vedlegg.

VIKTIG INFORMASJON TIL DEG

Du må lagre, sende og sikre dataene i tråd med retningslinjene til din institusjon. Dette betyr at du må bruke leverandører for spørreskjema, skylagring, videosamtale o.l. som institusjonen din har avtale med. Vi gir generelle råd rundt dette, men det er institusjonens egne retningslinjer for informasjonssikkerhet som gjelder.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 31.8.2023.

LOVLIG GRUNNLAG

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

PERSONVERNPRINSIPPER

Personverntjenester 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 viderebehandles 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

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

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).

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

Personverntjenester 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).

Ved bruk av databehandler (spørreskjemaleverandør, skylagring, videosamtale o.l.) må behandlingen oppfylle kravene til bruk av databehandler, jf. art 28 og 29. Bruk leverandører som din institusjon har avtale med.

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og eventuelt 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 oss 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 oss før endringen gjennomføres.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

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

Lykke til med prosjektet!