

Digital teknologi i matematikkundervisningen

En kvalitativ studie om hvordan digital teknologi integreres i matematikkundervisningen på 1.-7. trinn.

AMANDA HASLEMO

VEILEDER

Linda Gurvin Opheim

Universitetet i Agder, 2020

Fakultet for teknologi og realfag

Institutt for matematiske fag

Master

Forord

Digital teknologi i matematikk er et tema jeg har hatt en økende interesse for i løpet av studietiden, både fordi jeg har hatt mye bruk for det i studiearbeidet, samtidig som jeg har sett nytten av det i praksisperiodene. Dermed søkte jeg om å delta i forskningsprosjektet til Linda G. Opheim om teknologi i matematikkundervisningen. Forskningsgruppen bestod av meg og mine to medstudenter, Natalie Røed og Willy Utskot.

Jeg kommer ikke utenom å nevne COVID-19 i forbindelse med masteroppgaven. Dette har ført til at vi har vært nødt til å tenke kreativt og nytt, for å finne alternative samarbeidsmåter. Det har blitt mye samarbeid over telefonsamtaler og ZOOM. Selv om dette har påvirket måten jeg har arbeidet på, vil jeg ikke si at det har gjort negativt utslag på selve oppgaven. Datainnsamlingen ble ferdig før skolene stengte den 13. mars 2020, grunnet COVID-19. I tillegg vil jeg nevne at vi i forskningsgruppen sendte inn et bidrag til NORMA 20 (Nordic Conference on Mathematics Education), som ble godkjent. Konferansen skulle etter planen bli avholdt i juni 2020 i Oslo, men grunnet COVID-19 er den utsatt til neste år.

Det er mange som skal takkes i forbindelse med masteroppgaven. Først vil jeg takke mine medstudenter i forskningsgruppen, som har vært en verdifull støtte gjennom hele prosessen. Jeg er takknemlig for samarbeidet, og dette har ført til at jeg ikke bare har måttet overbevise meg selv om valgene mine, men også har måttet argumentere og begrunne valgene ovenfor dere. Dette har forhåpentligvis ført til gode avgjørelser. Det må også rekkes en stor takk til min veileder Linda G. Opheim som har vært tilgjengelig under hele prosjektet, gitt grundige og konsise tilbakemeldinger, samtidig som hun har vært en god personlig støtte i prosessen. I tillegg må jeg takke skolen som deltok i forskningsprosjektet, både ledelsen, lærere og elevene. Forskningen hadde ikke vært gjennomførbart uten dere.

Til sist må jeg rekke en stor takk til min samboer, Alexander. Takk for din tålmodighet og støtte gjennom fem år med studier. Spesielt under arbeidet med masteroppgaven.

Amanda Haslemo

Kristiansand, mai 2020

Sammendrag

Målet med denne masteroppgaven var å undersøke hvordan digital teknologi integreres i matematikkundervisningen. I den forbindelse ble en skole som har satset på teknologi studert. Jeg undersøkte hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap (TPACK) som kan identifiseres hos lærerne, lærerne sin oppfatning med bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen og hvordan lærerne organiserer den digitale teknologien i matematikkundervisningen.

For å svare på problemstillingen valgte jeg en kvalitativ tilnærming, der intervju og observasjon ble benyttet til å samle inn datamateriale. Det ble gjennomført syv semi-strukturerte intervju av lærere, og det ble utført observasjon av to undervisningstimer. For å analysere intervjuene har jeg brukt TPACK-rammeverket, i tillegg til en tematisk analyse. Observasjonene er blitt analysert ved hjelp av instrumentell orkestreringsteori.

Resultatene tyder på at det er visse elementer som er avgjørende for å integrere digital teknologi i matematikkundervisningen. Blant annet at lærerne må være reflektert over muligheter, begrensninger og organisering når digital teknologi blir brukt i matematikkundervisningen, og legge til rette for at den digitale teknologien kan bli tatt i bruk av både lærer og elev. Samtidig ser det ut til at lærerne har TPACK, som er en forutsetning for å integrere digital teknologi i matematikkundervisningen. Funnene indikerer at uformell opplæring og lærernes interesse er sentralt for at lærerne tilegner seg digital teknologisk kunnskap, og dette ser ut til å være nødvendig for å lykkes med å integrere digitale teknologien i matematikkundervisningen.

Abstract

The aim of this master thesis was to investigate how digital technology is integrated into mathematics teaching. In this regard, a school that has focused on technology was contacted. I have investigated which Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) can be identified among the teachers, their beliefs of using digital technology in mathematics teaching, and how they organize the use of digital technology in mathematics teaching.

To answer the research question, I chose a qualitative approach, where I used interview and observation to collect data. It was conducted semi-structured interviews of seven teachers, and observation of two teaching lessons. To analyze the interviews, I used the TPACK-framework, in addition to thematic analysis. The observations have been analyzed using instrumental orchestration theory.

The results show some elements that are crucial for integrating digital technology into mathematics teaching. The teachers need to be reflected on opportunities, constraints and the organization when digital technology is used in mathematics teaching. They also need to know how to facilitate so that the digital technology can be used by both teachers and students. At the same time, it looks like the teacher has TPACK, which is a requirement for integrating digital technology into mathematics teaching. The result indicate that informal learning and the teachers' interests are central elements for the teachers to gain digital technological knowledge. To succeed, these elements seems to be necessary for integration of digital technological in mathematics teaching.

Innhold

1. Innledning.....	9
1.1 Avgrensning og problemstilling.....	9
1.2 Begrepsavklaring.....	10
1.3 Forskningsprosjekt.....	10
1.4 Oppgavens oppbygning.....	10
2. Tidligere forskning.....	13
2.1 Fremgangsmåte for å finne tidligere forskning og teoretiske perspektiv.....	13
2.2 Integrering av digital teknologi i matematikkundervisningen.....	13
2.3 Den digital teknologiske tilstanden i skolen.....	13
2.4 Læreres digital teknologiske kunnskap.....	14
2.5 Læreres oppfatning, organisering og bruk av digital teknologi.....	14
3. Teoretisk rammeverk.....	17
3.1 TPACK.....	17
3.2 Instrumentell orkestrering.....	19
3.2.1 Ulike typer for orkestrering.....	20
4 Metode.....	23
4.1 Forskningstilnærming.....	23
4.1.1 Case-studie.....	23
4.1.2 Multiple-Case Designs.....	23
4.2 Datainnsamling.....	24
4.2.1 Utvalg.....	24
4.2.2 Kvalitativt intervju.....	24
4.2.3 Gjennomføring av intervju og behandling av data.....	26
4.2.4 Observasjon.....	26
4.2.5 Gjennomføring av observasjon og behandling av data.....	26
4.3 Dataanalyse.....	27
4.3.1 TPACK-analyse.....	27
4.3.2 Tematisk analyse.....	28
4.3.3 Orkestreringsanalyse.....	32
4.4 Oppsummering av data.....	33
4.5 Etiske aspekter.....	33
4.6 Relabilitet og validitet.....	33
5. Analyse og resultater.....	35
5.1 Lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap.....	35
5.1.1 Identifisering av teknologisk pedagogisk kunnskap.....	35

5.1.2	Identifisering av teknologisk innholdskunnskap	36
5.1.3	Identifisering av teknologisk pedagogisk innholdskunnskap	36
5.2	Lærernes oppfatning	37
5.2.1	Lærernes tilegnelse av digital teknologisk kunnskap	37
5.2.2	Muligheter og begrensninger	39
5.3	Lærernes orkestrering	42
5.3.1	Resultat av orkestreringstypene i klasseobservasjonene	42
5.3.2	Episode 1: Sherpa-at-work	43
5.3.3	Episode 2: Explain-the-screen	45
5.3.4	Episode 3: Technical-demo.....	46
5.3.5	Episode 4: Discuss-the-screen	47
6.	Diskusjon av resultatene	51
6.1	Lærernes teknologisk pedagogisk innholdskunnskap	51
6.2	Lærernes oppfatning med bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen	51
6.3	Lærernes organisering av den digitale teknologien i matematikkundervisningen	54
7.	Avslutning	57
7.1	Konklusjon	57
7.2	Pedagogiske implikasjoner	58
7.3	Videre forskning	58
7.4	Refleksjon over eget arbeid.....	58
8	Referanseliste	61
Vedlegg	63
Vedlegg 1:	Transkriberingsnøkkel	63
Vedlegg 2:	Informasjonsskriv til lærer.....	64
Vedlegg 3:	Informasjonsskriv til elever og foresatte.....	67
Vedlegg 4:	Brev til matematikklærere.....	70
Vedlegg 5:	Godkjenning fra NSD	71
Vedlegg 6:	Spørsmål etter kategorier	73
Vedlegg 7:	Intervjuguide	74
Vedlegg 8:	Definisjonsskjema over hoved- og undertemaer	76

1. Innledning

I de siste tiårene har digital teknologi hatt en rask og omfattende utvikling, og fått en økende sentral plass i samfunnet. En konsekvens av dette er økt bruk av digital teknologi i skolen, som igjen har endret arbeidsforutsetningene for skolen, lærere og elever. Den digitale teknologien har skapt nye muligheter for å bedre kvalitet og effektivitet av læring i skolen. Derimot er det viktig å ikke glemme hvilke forutsetninger som må ligge til grunn for å dra nytte av den digitale teknologien i læring og undervisning (Sanne et al., 2016).

Det er ikke slik at digital teknologi i seg selv gir bedre læring. Digital teknologi blir brukt ulikt av lærere, og som følge av dette er det splittet forskning om digital teknologi gir økt læringsutbytte (Blikstad-Balas, 2019). I SMIL-studien (Krumsvik, Egelandssdal, Kolkin Sarastuen, Øen Jones & Eikeland, 2013) kom det frem at det er mye utenomfaglig bruk av digital teknologi. Monitorrapportene fra 2013 og 2016 pekte også på at utenomfaglig bruk er en utfordring. På en annen side ser det ut til å ha skjedd en endring de siste tre årene, da Monitor 2019 rapporterte om en drastisk nedgang av distraksjoner og utenomfaglig bruk av datamaskiner i undervisningen (Fjørtoft, Thun & Buvik, 2019). Det er også en rekke studier som peker på fordeler ved bruk av digital teknologi, som blant annet at elevene blir mer engasjerte, motiverte og øker lærelysten, og at det gir mer variert undervisning (Fjørtoft et al., 2019; Gilje et al., 2016).

Uansett om forskere ikke blir enige om digital teknologi har positiv eller negativ påvirkning på læring, har den digitale teknologien en sentral plass i skolen og opplæringen i dag, og det er ikke noe som tyder på at dette vil dabbe ut. Tvert imot, da det ikke er noe valg om å ta i bruk digital teknologi i undervisningen. Derfor må vi istedenfor å stille spørsmålet om vi skal ha digital teknologi i undervisningen, heller stille oss spørsmålet om hvordan vi skal ta i bruk og dra nytte av den digitale teknologien for å fremme læring hos elevene (Blikstad-Balas, 2019; Spurkland & Blikstad-Balas, 2016).

Til høsten skal jeg ut i arbeidslivet som lærer i matematikk på 1. til 7. trinn. Samtidig trer også fagfornyelsen i kraft. Digital teknologi har en tydelig spesifisert del i den nye læreplanen. På bakgrunn av dette, har jeg et ønske om at denne masteroppgaven skal lære meg hva som er avgjørende for å ta i bruk digital teknologi i min fremtidige matematikkundervisning, for å fremme elevenes læring.

1.1 Avgrensning og problemstilling

For å lykkes med at digital teknologi skal føre til læring, er integrering av teknologien i fagene avgjørende (Wølner, Kverndokken, Moe & Siljan, 2019). Dermed er problemstillingen i denne oppgaven:

Hvordan integreres digital teknologi i matematikkundervisningen?

Det er i hovedsak læreren som har en sentral rolle for å sikre utvikling av skolen og fremme elevenes læring, og forskning har vist at lærerens rolle er en vesentlig faktor for en suksessfull integrering av digital teknologi i matematikkundervisningen (Drijvers, 2015; Spurkland & Blikstad-Balas, 2016). Med bakgrunn i dette avgrensner jeg oppgaven til å ha fokus på læreren.

Det er avgjørende at lærerne har solid digital kompetanse, slik at læreren kan vite når det er hensiktsmessig å ta i bruk læringsressurser og læringsmetoder for å øke læringsutbytte til elevene (Michaelsen, 2019). Flere fremstiller at TPACK-modellen (utdypes i kapittel 3.1) beskriver den komplekse kompetansen læreren må ha for å oppnå digital kompetanse, og som avgjørende for å ta i bruk og integrere digital teknologi i undervisningen (Engen, Giæver & Øgrim, 2009; Giæver, Johannesen, Øgrim & Keeping, 2014). Til tross for at TPACK gir mulighetene til en effektiv integrering

av teknologien, viser det seg at lærere som har denne kunnskapen tar i bruk teknologien på ulike måter. Dette kan forklares med at lærerens oppfatninger om teknologiens relevans for å fremme elevenes læring er avgjørende for lærerens beslutninger om når og hvordan ulike typer teknologi blir tatt i bruk. Lærerens oppfatning kan være et hinder for å integrere digital teknologi i undervisningen, men lærerens oppfatning har også vist seg å ha størst påvirkning for å lykkes med integrering av digital teknologi i undervisningen (Ertmer, 2005; Ertmer, Ottenbreit-Leftwich, Sadik, Sendurur & Sendurur, 2012; Kim, Kim, Lee, Spector & DeMeester, 2013). Tatt dette i betraktning har jeg utformet følgende forskningsspørsmål som hjelp til å belyse oppgavens problemstilling:

1. *Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne?*
2. *Hva er lærerne sin oppfatning med bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen?*
3. *Hvordan organiserer lærerne den digitale teknologien i matematikkundervisningen?*

1.2 Begrepsavklaring

Integrere er et sentralt begrep i oppgaven. I denne oppgaven ses integrering i sammenheng med digital teknologi. Integrering av digital teknologi vil si at læreren bevisst bruker den digitale teknologien til å utføre bestemte oppgaver, og gir et ansvar til teknologien. Dette vil si at om den digitale teknologien ikke lenger er tilgjengelig, vil ikke læreren kunne fortsette den tenkte undervisningen. Det er først når den digitale teknologien er integrert at nye undervisnings og læringsmetoder oppstår (Hooper & Rieber, 1995).

Et begrep som blir brukt mye i denne oppgaven er digital teknologi. Jeg støtter meg på Redecker og Punie (2017) sin definisjon om at digital teknologi er ethvert produkt eller tjeneste som kan brukes til å opprette, vise, distribuere, endre, lagre, hente, overføre og motta informasjon elektronisk i digital form (s. 90). Dette kan for eksempel være nettsider, nettbibliotek, programmer, apper, spill, PC, mobile enheter, interaktive tavler og digitalt innhold som filer og informasjon. I litteraturen brukes begrepene *digital teknologi*, *teknologi*, *IKT*, *digitale ressurser* og *digitale verktøy* om hverandre, fordi jeg beholder begrepene fra litteraturen de er hentet fra.

Oppfatninger er et begrep som blir brukt. Jeg holder meg til Philipp (2007) sin definisjon om at oppfatninger er en subjektiv forståelse av virkeligheten og hvordan den bør være, og kan beskrives som linser man ser gjennom for å tolke verden.

Interaktive tavler er et annet begrep som blir brukt i oppgaven. En interaktiv tavle er en projektor som viser skjermbildet fra en tilkoblet PC, og har en berøringsfølsom skjerm. Dette blir også kalt for digital tavle eller elektronisk tavle. Det går blant annet an å styre programmer som er koblet til enheten ved å bruke fingeren eller en spesialtilpasset penn, flytte objekter, markere tekst og skrive med digitalt blekk (Digital didaktikk, u.å).

1.3 Forskningsprosjekt

Denne masteroppgaven er en del av et forskningsprosjekt, som i alt består av tre masterstudenter, meg, Natalie Røed og Willy Utskot. I tillegg til Linda G. Opheim, som er veileder av forskningsgruppen. Dermed er noen deler av arbeidet med masteroppgaven blitt gjort i samarbeid med enkelte, eller alle studentene i forskningsgruppen. Dette beskrives nærmere i de gjeldende delene.

1.4 Oppgavens oppbygning

Oppgaven er strukturert på følgende måte videre: I kapittel 2 presenterer jeg tidligere forskningslitteratur som er relevant for problemstillingen og forskningsspørsmålene. I kapittel 3 belyser jeg teoretisk rammeverk som blir brukt som utgangspunkt i analysen. I kapittel 4 redegjør jeg

for valg og begrunnelse for forskningstilnærming, datainnsamling og analysemetode. I tillegg refleksjon over etiske aspekter og forskningens relabilitet og validitet. I kapittel 5 tar jeg for meg analyse og resultater av innsamlet data. I kapittel 6 diskuterer jeg resultatene. I kapittel 7 oppsummerer jeg resultatene og konkluderer med hensyn til problemstillingen. I tillegg kommer jeg med implikasjoner, videre forskning og refleksjon over eget arbeid.

2. Tidligere forskning

Dette kapitlet starter med en beskrivelse av hvordan jeg har gått frem for å finne forskningsteori, før jeg presenterer relevant forskningslitteratur for å svare på problemstillingen. Først tar jeg for meg forskning om integrering av digital teknologi i matematikkundervisningen, deretter om den digital teknologiske tilstanden i skolen. Videre ser jeg på litteratur om lærerens teknologiske kunnskap, etterfulgt av lærerens oppfatning, bruk og organisering av digital teknologi i undervisningen. Denne litteraturen vil være utgangspunkt for diskusjonen av forskningsresultatene i kapittel 6.

2.1 Fremgangsmåte for å finne tidligere forskning og teoretiske perspektiv

For å finne litteratur til denne oppgaven samarbeidet jeg med forskningsgruppen. Vi gikk systematisk gjennom listen over rangerte tidsskrifter i artikkelen *Grading Mathematics Education Research Journals* (Törner & Arzarello, 2013). Vi begynte med å fordele tidsskriftene mellom oss, hvor vi tok for oss hver tredje tidsskrift. Vi leste gjennom alle artikler fra de siste 2-3 årene, i tillegg søkte vi etter ord som TPACK, digital, teknologi, integrere osv. For å kontrollere at vi ikke hadde mistet relevante artikler rullerte vi på tidsskriftene mellom oss. Vi opprettet et delingsdokument på Google Disk der vi samlet relevant forskningslitteratur, slik at alle hadde tilgang til det vi hadde funnet.

Jeg har også søkt etter forskningslitteratur på blant annet Google Scholar, Google, Utdanningsforskning og Oria. I tillegg har jeg lett i referanser i litteraturen for å finne nye kilder, eller for å finne primærkildene for å bruke i oppgaven.

2.2 Integrering av digital teknologi i matematikkundervisningen

I forskningen til Drijvers (2015) analyserte han seks ulike studier for å undersøke hvilke faktorer som fremmer eller hindrer integrering av digital teknologi i matematikkundervisningen. Studien resulterte i tre komponenter som er sentrale. Første komponenten er *utforming*, som vil si hvordan utformingen er av den digitale teknologien, oppgavene, aktivitetene og undervisningen. Læreren bør ha en passende utforming slik at elevene mestrer teknologien til å løse matematiske oppgaver og får en konseptuell forståelse av matematikken. Det er viktig at begrensningene med utformingen ikke kommer fra teknologiske begrensninger eller egenskaper, men pedagogisk og didaktiske hensyn. *Pedagogisk kontekst* er den andre komponenten. Dette dreier seg om den matematiske praksisen fører til at teknologien integreres på en naturlig måte og at teknologien er en del av den pedagogiske konteksten. I tillegg handler det om at læreren har oppmerksomhet på elevenes engasjement og motivasjon. Siste komponenten er *lærerens rolle*. Ved bruk av digital teknologi mener Drijvers (2015) at lærerens rolle ikke er av mindre betydning, tvert imot, da læreren må orkestrere læringen. Dette gjøres ved at læreren fremmer gode verktøysteknikker, og sørger for en kobling mellom matematikken i det teknologiske miljøet og matematikk på penn og papir. Dette krever at læreren har teknologisk, pedagogisk innholdskunnskap (TPACK). Kritikken til forskningen til Drijvers (2015) er at den baserer seg på et få antall studier, og som han selv sier, er utvalget av studiene som analyseres ikke objektivt valgt. Derimot mener han at analysen får frem sentrale poeng som gjenspeiler et større bilde av teknologi i matematikkundervisningen.

2.3 Den digital teknologiske tilstanden i skolen

I studien Med Ark & App (Gilje et al., 2016), hvor det undersøkes hvilke læremidler som blir valgt og brukt på 5.-7. trinn, ungdomsskolen og videregående skole, kommer det frem at det blir brukt minst digital teknologi i matematikkfaget. Dette står i kontrast med Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019), hvor skolens digitale tilstand kartlegges. Der rapporteres det om at datamaskiner blir benyttet oftest i matematikkundervisningen totalt sett. Lærerne på 4. trinn rapporterer 71 % at de i *stor grad eller i svært stor grad* bruker datamaskin i matematikkundervisningen, mot 47 % av lærerne på 7. trinn. Av

elevene rapporterte 43 % på 4. trinn at de *ganske ofte, veldig ofte eller alltid* bruker datamaskin i undervisningen i matematikkundervisningen, derimot bare 26 % av elevene på 7. trinn.

Når det kommer til hva datamaskinen blir brukt til oppgir hele 69 % av elevene på 4. trinn at de bruker datamaskinen til å løse matematikkoppgaver, mot 48 % på 7. trinn. Omkring halvparten av elevene på 4. og 7. trinn svarer at de er *ganske eller helt enige* i at de lærer bedre ved å løse oppgaver på datamaskin enn i arbeidsboka. Lærerne ble spurt hvor ofte de bruker digitale hjelpemidler i undervisningen, 52 % av lærerne oppgir at de daglig bruker det til tavleundervisningen, og 46 % av læreren sier de daglig bruker det til individuelt elevarbeid (Fjørtoft et al., 2019).

2.4 Læreres digital teknologiske kunnskap

Det er flere studier om utvikling av lærernes digitale kompetanse (Fjørtoft et al., 2019; Krumsvik et al., 2013). Undersøkelsen av SMIL (Krumsvik et al., 2013) viser at det er ulik satsing og organisering av kompetanseheving av IKT for lærere mellom fylkene og skolene. Det varierer også om lærerne deltar på IKT-kurs. Det kommer frem i studien at bare en av fire lærere har etterutdanning innen IKT, og at mye av opplæringen av IKT blant lærerne er kollegabasert, og at lærerne lærer av hverandre. Disse funnene samsvarer med Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019), der flertallet av lærerne mener at faktorene prøving og feiling (83, 1 %), selvstudium (64,7 %), kollegaveiledning (58,3 %), felles opplæring med kollegaer (42 %) er dominerende på deres utvikling av digital kompetanse. Faktorene interne kurs (31 %) eksterne kurs (16 %) og videreutdanning (10 %) har i mindre grad påvirket deres utvikling av digital kompetanse. Når skoleledere ble spurt om hvordan kunnskap og erfaring av pedagogisk bruk av IKT i skolen foregikk, kom det frem at uformell kontakt og erfaringsdeling mellom kollegaer var mest dominerende, etterfulgt av formaliserte møteplasser for erfaringsdeling mellom kollegaer. I noen grad gjennom interne kurs, deling av undervisningsopplegg og IKT-ansvarlig, og i mindre grad ble det rapportert at lærerne observerer og gir tilbakemelding på hverandres pedagogiske bruk av IKT eller om eksterne kurs. Skoleledernes rapportering gjenspeiler seg i lærernes svar. Krumsvik et al. (2013) mener at opplæringen er for mye basert på tilfeldigheter, og at det dermed er nødvendig med en mer systematisk satsing på kompetanseheving blant lærerne.

I SMIL-studien (Krumsvik, Egeland, Kolkin Sarastuen, Øen Jones, & Eikeland, 2013), hvor det undersøkes sammenhengen mellom IKT-bruk og læringsutbytte på videregående skole, kommer det frem at lærerens digitale kompetanse er avgjørende for elevenes læringsutbytte. I tillegg at lærerens klasseledelse med bruk av IKT er avgjørende for læringsutbytte, og lærerens digitale kompetanse er avgjørende for lærerens klasseledelse. Det er også gjort funn på at lærerens pedagogiske dømmekraft er avgjørende for hvordan og når IKT bør brukes i undervisningen. I tillegg at det er nødvendig med digital kompetanse for å organisere og lede elevens bruk av IKT, og for å se hvilke muligheter og begrensninger som finnes. Derimot viser det seg i studien at lærerne har høy grunnleggende ferdigheter i IKT, men lavere pedagogisk IKT-kompetanse, og at lærerne ikke har nok kunnskap om veiledning av elevenes digitale læringsstrategier og digital dømmekraft. Det kommer også frem at lærerne har behov for økt kompetanse innen klasseledelse med IKT, og videreutvikle sine undervisningsmetoder hvor IKT blir tatt i bruk for at elevene skal få et bedre læringsutbytte.

2.5 Læreres oppfatning, organisering og bruk av digital teknologi

En rekke studier (Fjørtoft et al., 2019; Gilje et al., 2016; Krumsvik et al., 2013) har undersøkt læreres bruk av digital teknologi i undervisningen. I studien Med Ark & App (Gilje et al., 2016) ble det rapportert at det i matematikkfaget ble lagt mest vekt på interaktive representasjoner, der den interaktive tavlen blir brukt til å vise den digitale læreboka eller programvarer, og at de ofte ble brukt i klassesamtalene som et felles referansepunkt. I tillegg kommer det frem at interaktive representasjoner stimulerer til samtale og samarbeid mellom elevene, der elevene sitter i par ved

siden av hverandre og diskuterer løsningsforslag. Det fremgår også at elevene blir mer engasjerte av interaktive representasjoner, og at den analoge læreboka ofte omtales som kjedelig av elevene. I Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019) ble det også gjort funn på at digitale hjelpemidler fører til med mer elevaktivitet. Flere enn fire av fem lærere på 4. og 7. trinn at de *delvis eller helt enig* i dette, og de mener at digitale hjelpemidler gjør undervisningen enklere. Mer enn ni av ti er *delvis eller helt enig* at det gir mer variert undervisning.

Når lærerne i Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019) på 4. og 7. trinn ble spurt om hvilke holdninger de har til bruk av digitale hjelpemidler i undervisningen, er flertallet *delvis eller helt enige* i at de opplever at bruk av digitale hjelpemidler gjør det lettere å differensiere undervisning. De sier også at det bidrar til mer variert, utforskende og eksperimenterende undervisning og motiverer elevene. I SMIL-studien (Krumsvik et al., 2013) kommer det også frem at digital teknologi gjør det lettere og mulig å tilpasse undervisningen på andre måter enn før. Hele 90,2 % av lærerne i Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019) oppgir at de bruker digitale hjelpemidler til dokumentasjon og vurdering. Når elevene ble spurt om bruk av datamaskin, viser Monitor 2019 at to av tre elever på 4. og 7. trinn er enige i at bruk av datamaskiner i undervisningen gir mer lærelyst, derimot er dette en liten nedgang på 7. trinn sammenlignet med Monitor 2013. Det er også en betydelig nedgang av elever ser nytte av datamaskin i forhold til Monitorrapporten fra 2013 (Fjørtoft et al., 2019).

I en klasseobservasjon i SMIL-studien (Krumsvik et al., 2013) hvor elevene brukte PC i arbeid med oppgaver, gjorde elevene det de ble bedt om, men de var i tillegg inne på Facebook, Spotify og andre nettsider, og læreren var stadig borte og sa de måtte arbeide. Det kom frem i spørreundersøkelsen at hver fjerde elev og lærer mener at over halvparten av IKT-bruken til elevene ikke er faglig orientert, og at det dermed bør satses mer på pedagogisk bruk av IKT. Dette samsvarer i noen grad med Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019), da omkring en av fem lærere svarer at de er *delvis eller helt enig* at de mister oversikt over hva enkelte elever jobber med, og om bruk av digitale hjelpemidler distraherer elevene i arbeidet. Dette er en kraftig nedgang fra Monitorrapportene fra 2013 og 2016. Ni av ti lærere svarer at de er *delvis eller helt enig* i at digitale hjelpemidler krever at elevene får tydelige regler for hva som er tillatt, og i overkant to av fem er *delvis eller helt enig* at bruk av digitale hjelpemidler krever klarere klasseledelse.

Når lærerne ble spurt i Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019) om hva som er avgjørende for å ta i bruk digitale hjelpemidler i undervisningen, er flertallet av lærerne i *stor grad eller i svært stor grad enige* i at didaktisk vurdering (84 %), tilgang til utstyr (81,6 %), kvalitet på utstyr (80,1 %) og egen kompetanse (79 %) er sentrale faktorer. Punktet «tilgjengelighet» motstrider med SMIL-studien (Krumsvik et al., 2013), ettersom alle elevene i undersøkelsen hadde tilgang til egen PC. Det viste seg derimot at den pedagogiske utnyttelsen og bruken var en større utfordring.

I studien Med Ark & App (Gilje et al., 2016) viser det seg i lærerundersøkelsen at individuelt arbeid dominerer, etterfulgt av monologisk undervisning i matematikkfaget, og det er i liten grad dialogisk undervisning og gruppearbeid. Et moment som kommer frem i SMIL-studien (Krumsvik et al., 2013) er at læreren bruker mye tid på å forklare elevene hvordan de skal finne frem til nettsider og programmer, og hvilke knapper de må trykke på for å utføre ulike funksjoner.

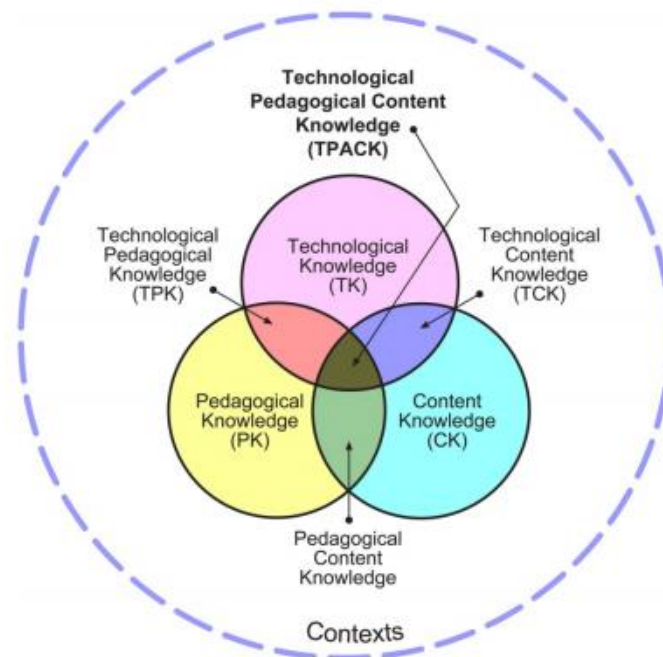
3. Teoretisk rammeverk

For å forstå hvordan lærerne integrerer teknologien i matematikkundervisningen er det gjort en rekke internasjonal forskning (Drijvers, Tacoma, Besamusca, Doorman & Boon, 2013; Drijvers et al., 2014; Tabach, 2011) der de har satt sammen de to teoretiske perspektivene teknologisk, pedagogisk innholdskunnskap (TPACK) og instrumentell orkestrering. TPACK-rammeverket er brukt til å undersøke lærerens kunnskap, fordi læreren må mestre kombinasjonen av teknologi, pedagogikk og innhold for å integrere teknologien på en hensiktsmessig måte (Koehler & Mishra, 2009). Instrumentell orkestrering er blitt brukt for å se på lærerens praksis i det teknologiske klasserommet, da lærerens organisering av det teknologiske klasserommet er avgjørende for elevenes læring (Drijvers et al., 2013).

Jeg har valgt å ta i bruk de samme teoretiske rammeverkene i min studie. Mitt bidrag til forskningen vil være å studere norske matematikklærere, og hvordan de integrerer teknologi i matematikkundervisningen, i tillegg vil jeg undersøke lærernes oppfatninger. Jeg går ikke inn på instrumentell genesis og affordance, da jeg i denne studien skal konsentrere meg om lærerens kunnskap knyttet til teknologi og organiserer av den digitale teknologien.

3.1 TPACK

Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) er et rammeverk for å forstå og identifisere hvilke lærerkunnskaper som er avgjørende for å integrere teknologi i undervisningen. Rammeverket er presentert i figur 1, og er et resultat av et femårs forskningsarbeid for å fange opp essensielle lærerkunnskaper som kreves for å integrere teknologi i undervisningen. Det viste seg at først når læreren har TPACK at teknologien blir integrert på en hensiktsmessig måte for å støtte elevenes læring (Koehler & Mishra, 2009; Mishra & Koehler, 2006). Mishra og Koehler (2006) blir sett på som grunnleggerne av TPACK-rammeverket, som er bygget på Shulman (1986) sin teori om pedagogisk innholdskunnskap.



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

Jeg har valgt å benevne content knowledge som innholdskunnskap, pedagogical knowledge som pedagogisk kunnskap og technological knowledge som teknologisk kunnskap.

Som figur 1 viser består TPACK-rammeverket av kjerneelementene *innholdskunnskap*, *pedagogisk kunnskap* og *teknologisk kunnskap*, og det komplekse forholdet mellom disse i en spesifikk kontekst. Overlappingene fører til de tre parvise kunnskapssammenhengene *pedagogisk innholdskunnskap*, *teknologisk innholdskunnskap* og *teknologisk pedagogisk kunnskap*. Til sammen utgjør disse *teknologisk pedagogisk innholdskunnskap* (Mishra & Koehler, 2006). Videre vil jeg utdype kjerneelementene og kunnskapssammenhengene.

Det første kjerneelementet er *innholdskunnskap* (CK), som er at læreren har kunnskap om fagstoffet som skal læres og undervises i. Læreren må ha innsikt i hvilket innhold som skal dekke faget, da dette er ulikt i de forskjellige fagene. De må også forstå fagets egenart og hvilke sentrale begreper, prosedyrer og teori som er innenfor faget (Mishra & Koehler, 2006). Konsekvensene av manglende innholdskunnskap hos læreren kan føre til at elever får uriktig informasjon, som igjen kan føre til at elever utvikler misoppfatninger om fagområdet (Koehler & Mishra, 2009).

Pedagogisk kunnskap (PK) er lærerens kunnskap om metoder og praksis som fremmer elevenes læring. Dette innebærer klasseledelse, planlegging av undervisning og elev-evaluering. En dyp pedagogisk kunnskap innebærer at læreren har kunnskap om læringsteorier, og vet hvordan elevene konstruerer og tilegner seg kunnskap, og hvordan dette gjelder for elevene i klassen (Mishra & Koehler, 2006).

Pedagogisk innholdskunnskap (PCK) er forholdet mellom *pedagogisk kunnskap* og *innholdskunnskap*. Dette forholdet ble først introdusert av Shulman (1986), og ifølge han skjer dette når læreren tolker innholdet og finner de mest hensiktsmessige representasjonsformene for å gjøre innholdet forståelig for elevene. Han trekker også inn at pedagogisk innholdskunnskap handler om at læreren har innsikt i hva som kan være årsaken til at visse emner kan være vanskelige eller lette å lære, basert på elevenes alder, bakgrunn og forkunnskaper. Mishra og Koehler (2006) sin teori om pedagogisk innholdskunnskap er i samsvar med Shulman (1986) sin idé, men de legger til at det også innebærer at læreren har kunnskap om hvilke metoder og tilnærminger som passer til innholdet. I tillegg at læreren har kunnskap om ulike representasjonsformer av begreper, undervisningsstrategier og pedagogiske teknikker.

Når det kommer til *teknologisk kunnskap* (TK) endrer denne seg i større grad med tiden, enn de to andre kjerneelementene PK og CK (Mishra & Koehler, 2006). I den første artikkelen til Mishra og Koehler (2006) ble det nevnt at TK innebar blant annet å bruke standardprogrammer som tekstbehandling, regneark, e-post og nettleser. Tre år senere kom Koehler og Mishra (2009) med en mer oppdatert teori der de beskriver at kjernen TK er mer flytende enn de andre komponentene, og at det dermed er vanskelig å gi en klar definisjon på TK. Derimot forklarer de at TK er å kunne anvende teknologien produktivt i hverdagen og på jobb, kunne se når det er hensiktsmessig å ta i bruk teknologien, og kontinuerlig holde seg oppdatert. De nevner også at å inneha TK vil føre til at personen kan gjennomføre en rekke ulike oppgaver ved hjelp av teknologien, og utføre en oppgave på ulike måter. Koehler og Mishra (2009) påpeker at dette ikke er en endelig tilstand, men at den stadig er under utvikling.

Teknologisk innholdskunnskap (TCK) vil si å ha forståelse av hvordan teknologien og innholdet kan påvirke og begrense hverandre. Med dette innebærer det at læreren har kunnskap om hvordan det faglige innholdet kan endres ved ulike teknologier, hvilke teknologier som er mest egnet for det faglige innholdet, og hvordan innholdet kan endre teknologien og omvendt (Koehler & Mishra, 2009). Eksempel på dette kan være å ta i bruk regneark for å fremstille resultater med ulike representasjonsformer som diagrammer og tabeller. Teknologien kan gi begrensninger for representasjonsformer, men det kan også gi nye og mer varierte representasjonsformer, samtidig

som det kan gi en større fleksibilitet til å veksle mellom de ulike representasjonsformene (Mishra & Koehler, 2006).

Teknologisk pedagogisk kunnskap (TPK) er å ha kunnskap om teknologienes ulike muligheter, og hvordan teknologien kan brukes i undervisningen for å støtte læring. I tillegg handler det om å ha forståelse av hvordan bruk av ulike teknologi endrer undervisning og læring. I dette innebærer det å ha forståelse av at det finnes ulike digitale verktøy for ulike formål, kunne velger ut et hensiktsmessig verktøy basert på egenskapene for å oppnå ønsket læringsutbytte, og inneha pedagogiske strategier for bruk av verktøyet (Koehler & Mishra, 2009; Mishra & Koehler, 2006). Dette kan for eksempel være at læreren velger å ta i bruk interaktiv tavle til å vise en problemstilling, slik at den fungerer som et utgangspunkt i en klassesamtale for å øke elevaktiviteten. For å utvikle TPK er det viktig å tilegne seg en dyp forståelse av teknologienes ulike begrensninger og muligheter, sett i sammenheng med konteksten (Koehler & Mishra, 2009).

Den siste komponenten *teknologisk, pedagogisk innholdskunnskap* (TPACK) er skjæringspunktet mellom kjernekomponentene teknologi, pedagogikk og innhold. TPACK er en forutsetning for god undervisning med teknologi, og kunnskapen læreren trenger for å integrere teknologi i undervisningen (Mishra & Koehler, 2006). Dette innebærer at læreren har en forståelse av representasjoner av konsepter ved bruk av teknologi, og pedagogiske teknikker for å bruke teknologien på en hensiktsmessig måte for å lære innholdet. I tillegg at læreren har kunnskap om hva som gjør et konsept vanskelig eller lett å lære, og hvordan teknologien kan være til hjelp når elevene møter problemer (Koehler & Mishra, 2009). Koehler og Mishra (2009) påpeker at denne kombinasjonen er unik for hver lærer, hvert syn på læring og hver undervisningstime.

Det å undervise med teknologi kan være vanskelig, men for å lykkes må læreren holde seg oppdatert og skape og gjenopprette en dynamisk likevekt mellom de ulike komponentene. Fordi det er når læreren mestrer denne kombinasjonen av kompetanse, at teknologien blir integrert på en hensiktsmessig måte for at elevene skal kunne forstå faget bedre (Koehler & Mishra, 2009). Siden fokuset i denne studien er integrering av teknologi i matematikkundervisningen vil jeg konsentrere meg om komponentene som inneholder teknologi, det vil si TK, TCK, TPK og TPACK.

3.2 Instrumentell orkestrering

Instrumentell orkestrering beskriver hvordan lærere organiserer den digitale teknologi i matematikkundervisningen for å formidle fagstoffet. Instrumentell orkestrering ble først definert av Trouche (2004) som *didaktisk konfigurasjon*, hvordan læreren organiserer og bruker gjenstandene som er tilgjengelige i det datateknologiske læringsmiljøet i en matematisk kontekst og *utnyttelsesmodus*, hvordan læreren kan utnytte disse gjenstandene. Drijvers, Doorman, Boon, Reed og Gravemeijer (2010) forklarer at instrumentell orkestrering har et forberedende- og et «på stedet»-aspekt. Videre beskriver de at *didaktisk konfigurasjon* er en forberedende modus, og at *utnyttelsesmodus* både er forberedende og «på stedet». Derfor tilførte de den tredje komponenten *didaktisk forestilling*, som dekker «på stedet» aspektet. De deler dermed inn instrumentell orkestrering i de tre elementene *didaktisk konfigurasjon*, *utnyttelsesmodus* og *didaktisk forestilling*. Videre utdypes de tre elementene.

Didaktisk konfigurasjon kan defineres som lærerens organisering av artefakter og gjenstander i miljøet man befinner seg i. Dette er i hovedsak en forberedende fase, da didaktiske konfigurasjoner som oftest må tenkes gjennom før undervisning, og ikke alltid kan endres på underveis i undervisningen (Drijvers et al., 2010). Dette kan for eksempel være hvordan læreren velger å plassere den interaktive tavlen og elevenes pulter i klasserommet, slik at elevene best mulig kan følge med på skjermen.

Utnyttelsesmodus er hvordan læreren utforsker og utnytter den didaktiske konfigurasjonen til fordel for sine didaktiske intensjoner. Dette innebærer beslutninger om hvilke oppgaver som skal introduseres, hvilke rolle de ulike gjenstandene skal ha og hvilke teknikker og skjemaer som skal utvikles hos elevene. Dette stadiet er mer fleksibelt enn didaktisk konfigurasjon, da denne kan ses på som en forberedende fase og som en «på stedet» fase (Drijvers et al., 2010). Ett eksempel på dette kan være at læreren velger å vise en matematisk problemstilling på den interaktive tavlen, som et utgangspunkt for en klassesdiskusjon.

Det siste elementet *didaktisk forestilling* handler om avgjørelser som tas underveis i undervisningen. Dette kan være uventede problemer læreren må ta stilling til, som hvilke spørsmål man skal stille eller hvordan man håndterer uforutsette problemer når det kommer til det matematiske innholdet, teknologien eller elevadferd. Dette stadiet har en sterk «på stedet» fase (Drijvers et al., 2010). Eksempel på dette kan være at læreren observerer at mange elever sliter med den samme oppgaven, og dermed velger å bruke den interaktive tavlen til å forklare oppgaven nærmere.

3.2.1 Ulike typer for orkestrering

Technical-demo, *Explain-the-screen*, *Link-screen-board*, *Discuss-the-screen*, *Guide-and-explain*, *Spot-and-show*, *Sherpa-at-work* og *Board-instruction* er åtte ulike typer for instrumentell orkestrering som er blitt identifisert i det teknologiske matematiske klasserommet i forskningen til Drijvers, Doorman, Boon, Gisbergen og Reed (2009) og Drijvers et al. (2013). Noen av de ulike orkestreringstypene kan gjenkjennes i tradisjonell matematikkundervisning, og noen er rettet mot bruk av teknologi (Drijvers et al., 2010). Videre vil jeg forklare de åtte ulike typene for instrumentell orkestrering, der de blir sett i lys av *didaktisk konfigurasjon og utnyttelsesmodus*.

Technical-demo orkestrering handler i hovedsak om teknologien, og demonstrasjon av det digitale verktøyet. Sett i lys av didaktisk konfigurasjon inkluderer dette tilgangen av teknologien og organiseringen av klasserommet for at elevene skal kunne følge demonstrasjonen. Når det kommer til utnyttelsesmodus vil dette handle om hvordan læreren demonstrerer en teknikk i en ny situasjon eller oppgave, og det kan være å ta i bruk elevarbeid til å vise nye teknikker (Drijvers et al., 2010; Drijvers et al., 2014). Dette kan for eksempel være at læreren tar i bruk den interaktive tavlen til å demonstrere for elevene hvordan de skal finne frem til en nettsider de skal arbeide med.

Explain-the-screen orkestrering dreier seg om at læreren forklarer hva som foregår på skjermen, som ikke bare gjelder teknikker, men også matematisk innhold. Sett i lys av didaktisk konfigurasjon er dette en demonstrasjon i likhet med *Technical-demo*. Som utnyttelsesmodus kan dette være at læreren starter på en oppgave, eller tar elevarbeidet som utgangspunkt (Drijvers et al., 2010; Drijvers et al., 2014). Ett eksempel på dette kan være at læreren bruker funksjoner på den interaktive tavlen som å flytte på, skille eller ringe rundt elementer for å forklare en matematisk oppgave.

Link-screen-board er orkestrering hvor læreren trekker sammenhengen mellom representasjoner av matematikken på dataskjermen, og hvordan matematikken er representert i læreboka, på papir eller krittavlen. Når det kommer til didaktisk konfigurasjon vil dette være at læreren sørger for at både den interaktive tavlen og eventuelt krittavlen er synlig for elevene. I denne orkestreringen kan også utnyttelsesmodus være at læreren starter med en oppgave, eller tar elevarbeidet som utgangspunkt (Drijvers et al., 2010; Drijvers et al., 2014).

Orkestreringen *Discuss-the-screen* er at hele klassen har en diskusjon om hva som foregår på den interaktive tavlen, denne typen orkestrering tar utgangspunkt i elevenes ideer, og er ikke like monologisk som orkestreringene over. Didaktisk konfigurasjon går også her på hvilke fasiliteter som er tilgjengelig, og at klasserommet er egnet for klassesdiskusjon. Utnyttelsesmodus kan være at

læreren tar utgangspunkt i en oppgave, et problem eller en tilnærming som vil være gunstig for en klasseromsdiskusjon. Det kan også være å diskutere ulike resultater som kommer frem i diskusjonen, og bruke teknologiens fordeler med å vise forskjellige representasjoner og prøve ut ulike teknikker (Drijvers et al., 2010; Drijvers et al., 2014). Dette kan for eksempel være at klassen har en diskusjon om en matematisk oppgave eller et bilde som vises på den interaktive tavlen.

Guide-and-explain orkestrering har likheter med *Explain-the-screen* og *Discuss-the-screen* når det kommer til den didaktiske konfigurasjonen, om tilgangen til teknologi, og om klasseromssetting er gunstig for at elevene skal følge forklaringen. Utnyttelsesmodusen er midt imellom *Explain-the-screen* og *Discuss-the-screen*, der det på den ene siden er en forklaring av læreren om hva som skjer på skjermen, og på den andre siden spørsmål fra elevene. Derimot er både forklaringen fra læreren og spørsmålene fra elevene svært lukket, så det kan ikke betraktes som en åpen diskusjon (Drijvers et al., 2013). Eksempel på dette kan være at læreren velger å veilede elevene med å forklare en bestemt fremgangsmåte på matematikkoppgaven på den interaktive tavlen.

Spot-and-show orkestrering blir elevenes ideer hentet frem i forberedelsene til undervisningen, og blir utgangspunktet for klasseromsdiskusjonen. I tillegg til de tidligere nevnte elementene når det kommer til didaktisk konfigurasjon, vil det også her inngå hvilke fasiliteter som er tilgjengelige i det teknologiske miljøet for elevene i deres forberedende arbeid. Utnyttelsesmodus kan være å få elevene til å vise og forklare sine begrunnelser, og medelever kan bli bedt om å komme med tilbakemeldinger (Drijvers et al., 2010; Drijvers et al., 2014). Dette kan for eksempel være at elevene får i oppgave å forberede en presentasjon av en matematisk problemstilling på den interaktive tavlen. I denne studien har jeg ikke hatt innsikt i forberedelsene til undervisningen, derfor har jeg ikke informasjon til å si noe om denne orkestreringstypen.

Sherpa-at-work orkestrering er når en elev, såkalt sherpa-elev presenterer sitt arbeid ved hjelp av teknologi, eller utfører en handling ved hjelp av teknologi som læreren ber om. Didaktisk konfigurasjon er tilgangen til teknologien, og at klasserommet er gunstig til klasseromsdiskusjon. I tillegg bør klasseromssettingen være slik at sherpa-eleven har kontroll over bruken av teknologien, og at de andre elevene kan følge med på handlingene til sherpa-eleven. Utnyttelsesmodus kan være at læreren utnytter sherpa-eleven ved å be elevene presentere eller forklare arbeidet sitt, stille elevene spørsmål eller be elevene om å utføre handlinger i det teknologiske miljøet (Drijvers et al., 2010; Drijvers et al., 2014). Eksempel på dette kan være at læreren ber en elev om å bruke funksjonene til den interaktive tavlen, som å flytte på elementer, til å gi en visuell forklaring av sin løsning på en matematisk oppgave.

Board-instruction orkestrering står læreren ved tavlen foran hele klassen, og bruker bare tavlen til å skrive på, enten om det er en interaktiv tavle eller ikke, men det er ingen forbindelse til teknologien. Den didaktiske konfigurasjonen er at læreren står foran i klasserommet og arbeider på tavlen. Når det kommer til utnyttelsesmodus kan elevene i ulik grad medvirke til samhandlingen, men det blir verken brukt eller referert til digital teknologi (Drijvers et al., 2013). Dette kan for eksempel være at læreren skriver på den interaktive tavlen, eller krittavlen, for å forklare sin løsning av en matematikkoppgave.

De ulike orkestreringstypene kan skilles i lærersentrert og elevsentrert. *Technical-demo*, *Explain-the-screen* og *Link-screen-board* kan ses på som lærersentrert, da læreren har den dominerende kommunikasjonen. *Discuss-the-screen*, *Spot-and-show* og *Sherpa-at-work* kan ses på som elevsentrert, da det er mer samhandling og elevene har større mulighet til å komme med innspill.

Når det kommer til orkestreringstypene *Guide-and-explain* og *Board-instruction* er det ikke nevnt i Drijvers et al. (2010) eller Drijvers et al. (2013) om de er elevsentrert eller lærersentrert. Derimot

påpekte Paul Drijvers (personlig kommunikasjon, 14. april 2020) i epost at det ikke er et klart skille om de er lærersentrert eller elevsentrert. Jeg tolker i midlertidig *Guide-and-explain* som lærerstyrt, da denne orkestreringen i hovedsak går ut på at læreren står foran i klassen og veileder, og viser en bestemt fremgangsmåte. *Board-instruction* tolker jeg også som lærersentrert, da det i hovedsak er læreren som viser sin måte å løse oppgaven på, med mindre elevene kommer med innspill. Når det er sagt, avhenger det i stor grad av den didaktiske utførelsen om en orkestreringstype er lærersentrert eller elevsentrert (P. Drijvers, personlig kommunikasjon, 14. april 2020).

De åtte nevnte orkestreringstypene kalles for helklasseorkestreringer. I Drijvers et al. (2013) ble det lagt til den individuelle orkestreringstypen *Work-and-walk*. I *Work-and-walk* orkestrering er den didaktiske konfigurasjonen at elevene sitter på egne digitale apparater og læreren sirkulerer i klasserommet. Når det kommer til utnyttelsesmodus, arbeider elevene individuelt eller i grupper med oppgaver ved hjelp av teknologi og læreren er tilgjengelig for spørsmål og observerer elevenes fremgang. Læreren kan svare på spørsmål på projektoren, men som regel foregår samhandlingen mellom lærer og elev individuelt eller i grupper (Drijvers et al., 2014). Dette kan for eksempel være at elevene individuelt eller i grupper arbeider med matematikkoppgaver på PC-ene, og læreren går rundt og hjelper elever som har spørsmål.

4 Metode

I dette kapittelet redegjør jeg for metodiske valg jeg har foretatt meg for å svare på problemstillingen. Jeg presenterer hvem som studeres og hvordan utvalget ble tatt. Videre beskriver jeg valg og begrunnelse for intervju og observasjon som datainnsamlingsmetoder for å svare på forskningsspørsmålene. Jeg forklarer også gjennomgang, behandling og analyse av dataene, etterfulgt av en oppsummering for hvordan forskningsspørsmålet henger sammen med datainnsamlingsmetode og analysemetode. Til sist reflekterer jeg over etiske aspekter ved denne studien, samt forskningens reliabilitet og validitet.

4.1 Forskningstilnærming

I denne forskningen har jeg valgt kvalitativ tilnærming for å belyse problemstillingen «*Hvordan integreres digital teknologi i matematikkundervisningen?*». Grunnen til dette er fordi kvalitativ forskning kan gi en mer grundig beskrivelse av hva, hvordan og hvorfor ting skjer. Dette kan føre til at jeg som forsker får en dypere og mer helhetlig forståelse av deltakernes tolkning av omverden (Bryman, 2016).

4.1.1 Case-studie

Case-studie er en detaljert og grundig analyse av en enkelt enhet, som kan være en organisasjon, samfunn, familie, person eller skole. Målet med en case-studie er å forstå enheten i dybden, hvor en er opptatt av å forstå og belyse den bestemte enhetens karakter og egenskaper (Bryman, 2016).

Denne forskningen er en enkelt casestudie, da matematikklærere på en skole blir forsket på som et avgrenset system, og lærerne som flere enheter innenfor samme system blir analysert (Christoffersen & Johannessen, 2012). Målet med denne case-studien blir å forstå en skole i dybden, og undersøke hvilke faktorer som ligger til grunn for at lærerne i et spesifikt avgrenset system integrerer teknologien i matematikkundervisningen. I tillegg er forskningen ute etter en dyp forståelse av lærernes erfaringer, og jeg vil være opptatt av den bestemte skolens karakteristikker.

Svakheter med casestudie er hvor vidt den kan være representativt og generaliserbar for andre tilfeller, siden man bare undersøker én enhet. Derimot kan det gi et bilde av hva som kjennetegner enheter av samme type (Bell & Waters, 2018; Bryman, 2016).

4.1.2 Multiple-Case Designs

Denne case-studien er en del av en Multiple-Case Study som i alt består av tre enkeltenheter. En Multiple-Case Study består av to eller flere enheter, hvor formålet er å undersøke og belyse hver av enkeltenhetene sine komplekse og spesielle bakgrunner og kontekster, og sammenhenger mellom disse (Stake, 2006). Fordelen med Multiple-Case Study er at den gir mer tyngde i forskningen og større forståelse av årsakssammenhenger (Bryman, 2016).

Formålet i denne Multiple-Case Study er å sammenligne hvordan tre ulike skoler integrerer teknologi i matematikkundervisningen. En Multiple Case Study kan innebære alle enheter som eksisterer, eller et utvalg (Stake, 2006). I denne Multiple Case Study vil det bli tatt et utvalg av skoler og matematikklærere som er med i forskningen.

Før de ulike casene kan sammenlignes, må funksjoner og aktiviteter undersøkes i hver enkelt case (Stake, 2006). Jeg som student og forsker av denne masteroppgaven vil bare ha fokus og konsentrere meg om denne enkeltenheten, eller skolen, og den vil bli undersøkt adskilt fra de andre enhetene. Det vil senere være prosjektleder som sammenligninger de ulike enkeltenhetene, som i dette tilfellet blir å sammenligne de tre skolene.

Kriterier for en Multiple-Case Study er at det er visse likheter mellom feltene som undersøkes (Stake, 2006). Siden vi i forskningsgruppen går på grunnskolelærerutdanningen for 1.-7. trinn, har alle enkeltenhetene hatt fokus på matematikklærere på barneskolen. I tillegg er intervjuguiden og spørsmålene for intervjuene like, slik at de har likt utgangspunkt å sammenlignes etter. For at enkeltenhetene også skal sammenlignes har det vært et tett samarbeid før, under og etter analysen, der vi blant annet utviklet felles analyseverktøy.

4.2 Datainnsamling

For å svare på problemstillingen så jeg det som hensiktsmessig å benytte meg av ulike metoder for datainnsamling, såkalt triangulering, da dette er med på å kunne bekrefte funnene og validering av de ulike datakildene. Dette vil også hjelpe med å se problemstillingen fra ulike perspektiver, og kan gi en bedre forståelse av forskningen (Bell & Waters, 2018).

4.2.1 Utvalg

Det var et ønske å ha en skole som satser eller har satset på digital teknologi, da denne studien vil få frem skolens praksis med digital teknologi, og hva de gjør for å lykkes. Grunnet at forskningsfokuset var på barneskolen, ble det naturlig at den utvalgte skolen hadde 1. til 7. trinn. For å finne en mulig skole undersøkte jeg hjemmesider til ulike skoler for å finne informasjon om de satset eller hadde satset på digital teknologi. Dette søket ga ikke resultater. Derfor ble ProDiG (Profesjonsfaglig digital kompetanse for studenter og lærerutdannere i grunnskolelærerutdanningene) spurt om de hadde tips om skoler som satset eller hadde satset på digital teknologi. De tipset om den utvalgte skolen, den ble kontaktet, og de takket ja til å delta i forskningen.

Når det kom til utvalget av matematikklærere til intervju, valgte jeg å ha én matematikklærer fra hvert trinn. Bakgrunnen for valget var å dekke hele spekteret av barneskolen, da det kan tenkes at digital teknologi blir brukt ulikt fra 1. til 7. trinn. I tillegg kan en balanse, bredde og variasjon av utvalget være hensiktsmessig for å svare på problemstillingen. Valget av hvilke matematikklærer på trinnet var opp til ledelsen og lærerne selv.

Av tidsmessige årsaker ble det begrenset til å observere i klasserommet til to av matematikklærerne som ble intervjuet. Observasjonene var på to ulike trinn. Det var ledelsen som tipset om de to matematikklærerne som ble observert.

Før forskningsprosjektet startet søkte vi og fikk godkjenning fra Norsk senter for forskningsdata (NSD) (se vedlegg 5). Dette var nødvendig fordi jeg ville filme undervisningstimene og ta lydopptak av intervjuene. Deltakerne fikk et informasjonsskriv (se vedlegg 2 og 3) de måtte godkjenne. I skrevet ble det informert om formålet med forskningen, hva deltakelsen innebærer, metoder og opprettholdelse av deltakernes anonymitet.

4.2.2 Kvalitativt intervju

For å svare på forskningsspørsmålene «*Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne?*» og «*Hva er lærerne sin oppfatning med bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen?*», så jeg det som mest hensiktsmessig å velge kvalitativt intervju. Etersom dette ville gi en kvalitativ beskrivelse av informantenes perspektiv om omverden, erfaringer og opplevelser. I tillegg gir intervju muligheten til å få informasjon direkte fra deltakerne, og informantene kan uttrykke sine erfaringer og opplevelser med egne ord, som kan gi rike detaljer (Bell & Waters, 2018; Kvale, Anderssen & Rygge, 1997). Derimot er det ikke en garanti om deltakerne svarer ærlig, og om jeg som intervjuer er objektiv ovenfor deltakerne (Bell & Waters, 2018). For å motvirke dette minnet jeg deltakerne på deres rettigheter før intervjuet startet, og jeg prøvde å ha en objektiv fremstilling av spørsmålene og respons på svarene.

Siden dette er en del av en Multiple-Case Study var det nødvendig med noe struktur på intervjuene for å kunne sammenligne enkeltenhetene (Bryman, 2016). Derfor valgte vi å ha semistrukturerte intervju og utformet en felles intervjuguide. Dette ville gjøre det lettere å analysere dataene og sammenligne enhetene. Selv om intervjuet er semistrukturert har lærerne og intervjuer fleksibilitet til å snakke rundt emnene, som gir rik og detaljert data, der en får en dypere forståelse av deltakernes synspunkter (Bryman, 2016; Kvale et al., 1997). Derimot kan det være vanskelig å sammenligne enkeltenhetene grunnet fleksibiliteten som er i semistrukturert intervju, selv om vi har en felles intervjuguide.

Individuelle intervju

Siden målet med denne masteren er å få innsikt i hvordan matematikklærere på en skole integrerer teknologi i matematikkundervisningen, og skolen er en enhet var det ikke gitt om intervjuene skulle være individuelle eller i gruppe. Gruppeintervju har som fordel at man ikke bare får frem enkeltindividers isolerte synspunkter, men at man også får frem hvordan ulike oppfatninger utdypes og diskuteres. Derimot kan enkeltpersoner være dominerende, noe som kan føre til at enkelte ikke tør å si sine egne meninger og synspunkter. Individuelle intervju er mer tidskrevende enn gruppeintervju, men i motsetning til gruppeintervju kan respondentenes anonymitet sikres i individuelle intervju. Dette kan føre til at det er større sannsynlighet for at deltakerne er ærlige og åpenhjertige, og ikke tar hensyn til hvordan han eller hun fremstår. Dette gjør at individuelle intervju stiller sterkt ved å få frem enkelt personers tolkning og opplevelse av virkeligheten (Postholm & Jacobsen, 2011). På bakgrunn av dette ble valget individuelle intervju.

Intervjuguide

I forskningsgruppen utformet vi en felles intervjuguide hvor vi i hovedsak ønsket å undersøke lærerens teknologiske pedagogiske innholdskunnskap (se kapittel 3.1). Dermed utformet spørsmål basert og fordelt på de tre kategoriene teknologisk kunnskap, pedagogisk kunnskap og innholdskunnskap, i tillegg hadde vi kategoriene annet og rammer (se vedlegg 6). Det er viktig å påpeke at det ikke er et klart skille for hvilken kategori spørsmålene tilhører, men vi forsøkte å tilpasse og plassere spørsmålene slik at vi fikk omtale alle kategoriene. Dette var også en kontroll for at innholdet i spørsmålene holdt seg innenfor fagområdet.

I arbeidet med å utforme spørsmålene fulgte vi Bell og Waters (2018) sine råd for hva som må unngås i spørsmålene, blant annet tvetydighet og doble og ledende spørsmål. Dette gjorde vi for å kvalitetssikre spørsmålsformuleringene. Vi lagde også oppfølgingsspørsmål til hvert av hovedspørsmålene, i tilfelle deltakerne trengte hjelp til å forstå spørsmålet, eller til hjelp for oss for å spørre dypere. Det var fleksibilitet i å følge rekkefølgen på spørsmålene ut ifra hvordan samtalen utviklet seg.

Pilotintervju

Det ble gjennomførte to pilotintervju for å luke bort uklare og tvetydige spørsmål, sikre at spørsmålene dekket de aktuelle emnene og ga data som var relevant for forskningsspørsmålene, og for å kontrollere tidsbruken (Bell & Waters, 2018; Bryman, 2016). For at pilotintervjuene skulle være relevante, ble de utført på to lærere som arbeider på barneskolen.

Det første pilotintervjuet ble gjennomført for å gi en oversikt over hvorvidt de ulike spørsmålene dekket elementene teknologisk-, pedagogisk- og innholdskunnskap, og for å sjekke spørsmålsformuleringene. Etter det første pilotintervjuet ble det oppdaget at noen kategorier uteble, utydelige og gjentakende spørsmål, og rekkefølgen på spørsmålene var rotete. Tiltakene ble å

forbedre spørsmålsformuleringene, for å sikre tydelighet. Det ble både lagt til spørsmål og fjernet spørsmål.

Grunnet store forandringer av intervjuguiden bestemte vi oss for å utføre enda et pilotintervju, for å undersøke endringene, tidsbruk, og hvordan vi eventuelt skulle videreutvikle spørsmålene. Etter det andre pilotintervjuet ble det gjort noen få endringer for å forbedre tydeligheten, og det ble lagt til et par tilleggsspørsmål, før vi hadde en ferdig intervjuguide (se vedlegg 7).

4.2.3 Gjennomføring av intervju og behandling av data

Noen av deltakerne fikk tilsendt informasjonsskrivet og intervjuguiden to til fire dager i forveien av intervjuet, slik at de fikk tid til å lese gjennom og forberede seg. De ble også oppfordret til å ta kontakt om de hadde spørsmål. Andre deltakere fikk ikke tilsendt informasjonsskrivet og intervjuguiden før intervjuet startet, grunnet praktiske utfordringer. Før intervjuene startet ble deltakerne påminnet om sine rettigheter, og de ble spurt om de hadde spørsmål før intervjuet startet.

Jeg valgte å ta lydopptak av intervjuene, slik at jeg kunne få med meg mest mulig informasjonen, og kunne konsentrere meg om intervjuprosessen. Derimot vil ikke lydopptakeren registrere ansiktsuttrykk og kroppsspråk, som en kunne fått tatt opp med videoopptak (Kvale et al., 1997), men jeg var redd for at videokamera skulle virke sjenerende på respondentene, og dermed påvirke svarene.

For at dataene skulle være mer håndterbare og lettere å tolke ble det gjort en datareduksjon ved å transkribere lydopptakene (Bryman, 2016). Dataene ble behandlet i Nvivo 12. Dette er et program som er designet for kvalitativ databehandling. Fordelene med dette programmet er at man ikke trenger å bytte vindu når man transkriberer, og man kan dele inn spørsmålene i ulike «bolker». Dette hjalp meg med å få en systematisk analyse. En annen fordel er at transkriberingen blir tidfestet, slik at det er lettere å finne tilbake i opptaket om jeg trengte å kontrollere transkripsjonen. For å se transkriberingsnøkkelen, se vedlegg 1.

Analysen av intervjuene blir presentert nedenfor i kapitlene 4.3.1 og 4.3.2.

4.2.4 Observasjon

For å svare på forskningsspørsmålet «*Hvordan organiserer lærerne den digitale teknologien i matematikkundervisningen?*», så jeg det som hensiktsmessig med observasjon. Dette fordi jeg ønsket å få informasjon om lærernes adferd, og observasjon kan få å frem egenskaper ved lærerne som jeg ikke ville fått frem med andre metoder. I tillegg gir det muligheten til å bli kjent med aktiviteter og opplevelser av enheten (Bell & Waters, 2018; Stake, 2006). En annen styrke med observasjon, er at jeg som forsker får direkte tilgang til informasjonen jeg ønsker å undersøke (Christoffersen & Johannessen, 2012).

Observasjonene som ble gjort kan betraktes som ustrukturert med en ikke-deltakende rolle, da jeg ikke deltok i det sosiale miljøet som ble observert (Bryman, 2016).

4.2.5 Gjennomføring av observasjon og behandling av data

Alle elevene og læreren hadde godkjent informasjonsskrivet før observasjonen. Likevel valgte jeg å introdusere meg selv før matematikkundervisningen startet, hvor jeg forklarte hvorfor jeg skulle filme og hva det skulle brukes til.

For å registrere dataene valgte jeg å ha videoopptak, dette for å sikre meg dokumentasjon når det kommer til bevegelser, kroppsspråk og tale. Ulempen med videoopptak kan være at informantene opplever det som skremmende, som kan føre til begrensning av informasjonen man får fra

informantene (Christoffersen & Johannessen, 2012). Til tross for dette valgte jeg å ta videoopptak, da fokuset er på teknologien og dette involverer visuelle aspekter. I tillegg har jeg mulighet til å se undervisningsperioden så mange ganger jeg har behov for.

Under observasjonen ble det brukt to videokamera, et som stod bak i klasserommet som ga et oversiktsbilde, og et kamera som jeg gikk rundt med i hånden, som ga meg muligheten til å gå nærmere situasjoner som jeg så av relevans. Det ble i tillegg plassert en lydopptaker nærme læreren for å forsikre meg om å få tatt opp talen til læreren, da det i hovedsak er fokus på læreren.

Analysen av dataene fra observasjonene presenteres nedenfor i kapittel 4.3.3.

4.3 Dataanalyse

I dette underkapittelet presenterer jeg hvilke tilnærminger som er valgt for å analysere intervjuene og observasjonene.

I starten av analysearbeidet bestemte vi oss for å bruke teknologisk, pedagogisk, innholdskunnskap-rammeverket av Mishra og Koehler (2006) for å analysere intervjuene. For å teste denne analysemetoden gikk vi i forskningsgruppen sammen gjennom en tilfeldig transkribering. Vi oppdaget at mye av det læreren sa var oppfatninger, og ikke omhandlet lærerens kunnskap. Derfor måtte vi gjøre endringer, og bestemte oss for i tillegg å gjøre en tematisk analyse av intervjuene. Vi valgte å bruke instrumentell orkestreringsteori av Drijvers et al. (2010) for å analysere observasjonene. Videre gir jeg ytterligere begrunnelser for valg av de ulike analysemetodene, og beskriver analyseprosessene.

4.3.1 TPACK-analyse

Jeg valgte å bruke teknologisk, pedagogisk, innholdskunnskap-rammeverket av Mishra og Koehler (2006) som hjelp til å svare på forskningsspørsmålet «*Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne?*». Dette for å se hvilke lærerkunnskaper som kreves for å integrere teknologien i matematikkundervisningen. Som sagt i kapittel 3.1, identifiserer jeg bare komponentene som inneholder teknologi. Dette vil si *teknologisk kunnskap* (TK), *teknologisk pedagogisk kunnskap* (TPK), *teknologisk innholdskunnskap* (TCK) og *teknologisk pedagogisk innholdskunnskap* (TPACK).

Siden denne oppgaven er en del av en Multiple-Case Study utarbeidet jeg sammen med forskningsgruppen et TPACK-analyseskjema i Microsoft Excel (se figur 2 på neste side). I den loddrette kolonnen skrev vi ned de ulike komponentene, med tilhørende definisjon og kjennetegn med bakgrunn i teorien, og lagde en vannrett kolonne for hver av de syv lærerne.

Komponenter	Definisjon	Kjennetegn	Lærer 1	Lærer 2	Lærer 3	Lærer 4	Lærer 5	Lærer 6	Lærer 7
TK	Kunnskap om standardteknologier, for eksempel brett, klist og tavle, og mer avanserte teknologier, for eksempel Internett og digital video	<p>Ferdighetene som kreves for å bruke bestemte teknologier</p> <p>Kunnskap om operativsystemer og maskinvare</p> <p>Mulighet til å bruke standard samtidsprogramvareverktøy som tekstbehandling, regneark, nettsøke og e-post</p> <p>Kunnskap om hvordan du installerer og fjerner eksterne enheter, installører og fjerner programvare, og oppretter og aktiverer sikkerhets</p>							
TPK	Kunnskap om eksistensen, komponentene og egenskapene til forskjellige teknologier når de brukes i undervisnings- og læringssammenheng, og omvendt, å vite hvordan undervisning kan endre seg som et resultat av bruk av bestemte teknologier	<p>Å forstå at det finnes et utvalg verktøy for en bestemt oppgave</p> <p>Erne til å velge et verktøy basert på dens egenskaper og strategier for å bruke verktøyet raskt</p> <p>Erne til å anvende pedagogiske strategier for bruk av teknologier</p>							
TCK	Kunnskap om måten teknologi og innhold er gjensidig relatert til	<p>Kunnskap om hvordan teknologier og innhold representasjoner og tilgjengelighet i å navigere over dem</p> <p>Kunnskap om måten innret kan endres ved bruk av teknologi</p>							
TPACK	Emergent form for kunnskap som gir utveksling av alle tre komponenter (innhold, pedagogikk og teknologi)	<p>Forståelse av representasjon av kunnskap ved bruk av teknologier</p> <p>Pedagogiske teknikk som bruker teknologier på konstruktive måter for å lære innhold</p> <p>Kunnskap om hva som gjør konseptet vanskelig eller enkle å lære og hvordan teknologier kan bidra til å løse opp noen av problemene som elevene står overfor</p> <p>Kunnskap om hvordan teknologier kan brukes til å bygge videre på eksisterende kunnskap og for å utvikle nye epistemologier eller stykke gamle</p>							

Figur 2 TPACK-analyseskjema

For å identifisere lærerens TPACK ble transkripsjonene kodet. Jeg brukte fargekoder for de ulike komponentene. Grønn for TK, lyseblå for TPK, rosa for TCK, og mørkeblå for TPACK. Jeg markerte utsagnene i den fargen som tilsvarte komponenten, og kopierte det i den aktuelle cellen i TPACK-analyseskjemaet.

4.3.2 Tematisk analyse

Tematisk analyse er en analysemetode av kvalitativ data som går ut på å identifisere og analysere temaer og mønstre på tvers av datamaterialet, i likhet med diskursanalyse, grounded theory og narrativ analyse. I midlertidig er ikke tematisk analyse knyttet til allerede eksisterende teori, og har ikke en klar fremgangsmåte og identifiserbar tilnærming. Dette gjør at tematisk analyse har fleksibilitet i hvordan temaene bestemmes, som kan gi rik og detaljert informasjon for å forstå menneskenes erfaringer og opplevelser av virkeligheten (Braun & Clarke, 2006). Med bakgrunn i dette så jeg det som fordelaktig å velge tematisk analyse for å svare på forskningsspørsmålet «Hva er lærerne sin oppfatning med bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen?».

Ettersom denne oppgaven er mitt andre arbeid med kvalitativ forskning var et annet argument for å velge tematisk analyse at den har en lett inngangsport for å lære, noe som fører til at metoden er lett tilegnelig for forskere med liten eller ingen erfaring med kvalitativ forskning (Braun & Clarke, 2006). På en annen side kan det være utfordrende å gjøre en ordentlig jobb med denne metoden, da det er en rekke kritiske elementer i utførelsen. Blant annet om all data blir analysert, spørsmålene i intervjuet resulterer i temaene, temaene overlapper hverandre og kan støttes opp mot dataene, og om tolkningen av dataene samsvarer med forskningsspørsmålet og det teoretisk rammeverk (Braun & Clarke, 2006). For å unngå de kritiske punktene og for å kvalitetssikre arbeidet har jeg fulgt Braun og Clarke (2006) sin 15-punkts sjekklister for hvordan man utfører en god tematisk analyse. I tillegg har jeg brukt deres guide for faser i en tematisk analyse som en støtte i arbeidet. Dette blir presentert nedenfor.

Siden denne case-studien er en del av en Multiple-Case Study må det være visse likheter mellom enkeltenhetene for at de skal kunne bli sammenlignet (Stake, 2006). Derfor hadde jeg et tett

samarbeid med forskningsgruppen, både før, under og etter arbeidet med den tematiske analysen. Dette for å forhindre at våre case-studier skulle ende opp med overlappende temaer. Fordelen med dette samarbeidet er at det kan styrke oppgavens reliabilitet. På en annen side kan dette ha ført til at temaene vi i felleskap har utarbeidet ikke samsvarer i like stor grad med mitt datamateriale.

I en tematisk analyse kan temaene bli identifisert i dataene med en induktiv eller teoretisk tilnærming. I en teoretisk tilnærming koder man ut ifra forskningsspørsmålene, og styres av teoretiske interesser. Fordelen med dette er å få en dypere innsikt i deler av dataene, men det gir en mindre beskrivelse av datasettet generelt. I en induktiv tilnærming blir forskningsspørsmålet utviklet ut ifra analysen og de identifiserte temaene har lite forhold til spørsmålene som ble stilt i intervjuet. I tillegg er temaene datadrevne, da dataene ikke blir plassert under allerede eksisterende temaer. Derimot er det ikke slik at koding av dataene foregår fullstendig avskilt fra teorien (Braun & Clarke, 2006). Temaene i denne analysen er ikke bestemt på forhånd og kan ses på som datadrevne, på en annen side koder vi ut ifra forskningsspørsmålet, derfor vil jeg si analysen er en blanding av induktiv og deduktiv tilnærming.

Det er fleksibelt hvordan temaene bestemmes i en tematisk analyse, men det er viktig at man er konsekvent i valget innenfor den bestemte analysen. Braun og Clarke (2006) påpeker at det ikke nødvendigvis er omfanget på temaet eller hyppigheten som avgjør viktigheten av temaet. Derimot mener Bryman (2016) at jo hyppigere et fenomen forekommer underveis i kodingen, jo større er sannsynlighet for at fenomenet blir identifisert som et tema. Derfor kan det sies at kvantifisering er en påvirkning for å identifisere temaene. Siden analysen delvis ble gjort i samarbeid med forskningsgruppen, var det viktig at vi hadde et felles grunnlag for hvordan vi skulle identifisere temaene. Vi ble enige om å identifisere temaer som fanger opp viktigheter i dataene for å belyse forskningsspørsmålet, og at hyppigheten ikke nødvendigvis avgjør viktigheten.

Braun og Clarke (2006) har utarbeidet seks faser i arbeid med tematisk analyse. Fasene er (1) bli kjent med datamaterialet, (2) koding av datamaterialet, (3) søke etter temaer, (4) gjennomgå temaene, (5) definere og navngi temaene og (6) produksjon av rapporten. Fasene er ikke regler som må følges, men de er ment som en guide, og de må brukes fleksibelt for å passe til forskningsspørsmålet og dataene. Braun og Clarke (2006) påpeker at det ikke er et lineært arbeid fra en fase til den neste, men at man beveger seg frem og tilbake ved behov. Videre beskriver jeg de ulike fasene og hvordan jeg har brukt fasene i arbeid med den tematiske analysen, både hvordan jeg arbeidet individuelt og sammen med forskningsgruppen. Jeg tar ikke med fase 6, da dette er selve skriving av rapporten, som finner sted i analyse og resultatkapittelet (se kapittel 5.2).

Bli kjent med datamaterialet

Den første fasen handler om å bli kjent med alle aspekter av datamaterialet ved å transkribere data om nødvendig og lese gjennom dataene. I denne fasen inngår det også å notere ned ideer for koding av dataene (Braun & Clarke, 2006). Dataene var opprinnelig lydopptak, så det første jeg gjorde var å transkribere lydopptakene for å gjøre dataene mer håndterbare (Bryman, 2016). For å bli kjent med dataene leste jeg gjennom transkripsjonene et par ganger, men også arbeidet med transkriberingen gjorde at jeg ble bedre kjent med dataene. I tillegg skrev jeg ned tanker og ideer om temaer underveis i intervjuene, i arbeidet med transkriberingen, og når jeg leste transkripsjonene. Dette gjorde det lettere for meg å velge ut temaer som utgangspunkt, før jeg startet kodingen.

Koding av datamaterialet

Etter å ha lest og blitt kjent med dataene, begynte jeg på den andre fasen som er koding av dataene (Braun & Clarke, 2006). Når alle i forskningsgruppen hadde blitt kjent med sitt eget datamateriale

samlet vi alle temaene hver av oss hadde funnet. Temaene vi hadde notert oss var «varierte undervisning», «samarbeid», «prøve og feile», «supplement», «eget initiativ», «tid en begrensning» og «motivasjon i undervisningen». I denne delen av prosessen var vi ikke opptatt av om temaene overlappet, men tok heller med for mange temaer, i tilfelle de ble av interesse senere i prosessen (Braun & Clarke, 2006).

Videre startet jeg å kode transkriberingene, dette forgikk manuelt. Først lagde jeg et skjema i Microsoft Excel (figur 3), inspirert av Bryman (2016). Jeg skrev ned temaene vi hadde notert oss i den loddrette kolonnen, og lagde en vannrett kolonne for hver av de syv lærerne. Så gikk jeg grundig og systematisk gjennom transkripsjonene for hvert intervju, og tok ut relevante utdrag som jeg plasserte under det aktuelle temaet. Om jeg fant relevante utdrag som ikke passet under de eksisterende temaene la jeg til et tema. Jeg uthevet ord i utsagnene som omhandlet temaet, slik at det skulle være lettere for meg å få et overblikk og essensen av utdraget.

Tema	Lærer 1	Lærer 2	Lærer 3	Lærer 4	Lærer 5	Lærer 6	Lærer 7	
Variert undervisning	Jeg ser en stor fordel som er variasjon, i forhold til å bruke bok og så videre... Og å gjøre praktiske ting med kroppen... Det at man kan variere.			Man er jo på leit hele tiden for å finne noe på nettet for å variere det litt.	Det gjør at du kan variere undervisningene veldig. Fra samtaler til spill, til rein jobbing i bok, mengdebetrøring til jobbe på PC, det gir deg et kjempe stort variasjonsspenn da	Så bruke jeg det av og til til å vise nye introduksjoner... Youtube noen ganger, filmklipp. Det er litt for å variere undervisningen også. For kjempe stort variasjonsspenn da	...en av de er jo at det blir variasjon i undervisningen, og at det kan gjøre ting lettere, og at det går fortene å vise enn å skrive og tegne på tavla. Ofte så er det mye snedig programmer som er fine å bruke.	
	...Vi jobber jo også med det i boker og praksis, ved hjelp av konkreter og sånn, men så får de det inn på enda en måte, i det digitale.			Så er det kanskje enda lettere å få til varierte oppgaver på PC en, det blir mer visuelt.	... det er så forsterkende rett og slett. Det er så lystbetont også for elevene. Ikke bare se på meg, men alle de fine fargene og oppgavene. Alt det varierte man kan finne, som jeg tenker passer inn akkurat der vi er.	De var veldig lei av å få leksur på Multismarteving, de har hatt mye leksur der. De var veldig lei... Så jeg tror det er viktig å variere det. Så ikke alt foregår på nett, det er litt viktig. For de ville faktisk ha skriveleksur, så det har de fått nå og er kjempe glad for det.		
Prøve og feile	For det meste ved prøve og feil... Jeg var tidlig ute med Smarboard, så var tidlig ute, så det kan jeg an det fra før, men så har jo de utviklet seg, så det er jo kommet nye ting, man må bare prøve. Noen ganger er det holdt kurs, men det hjelper ikke hvis man ikke bruker det. Man glemmer det like fort som det går inn, det går rett ut igjen om du ikke bruker det. Så det er prøving og feiling... Også gjelder det å ikke være redd for å prøve. Det er ikke farlig, det eksploderer ikke.	hvorvidt man føler seg kompetent til å bruke forskjellige programmer avhenger av nok hvor mye man setter seg inn i det på egenhånd. Så my må man gjøre selv rett og slett. Du kan gå på et kurs, men om du ikke tar det videre og implementerer det så nyter det ikke så veldig mye		Mye gjennom kollegaer, og finne ut av det selv. Så blir en tipset av hverandre at der er det noe. Det har ikke vært veldig mye sånn opplæring. Vi jeg påstå	Jeg er veldig god til å spørre andre. Jeg er ikke fult så god til å prøve og feile selv. Om jeg ikke får det til å spørre andre. Jeg lærer veldig mye og spør andre, det gjør jeg.	Jeg har nok lært veldig mye av andre, absolutt, men må prøve og feile litt selv. Men gode tips fra andre, på møter for eksempel.	Vet ikke om jeg er oppdatert akkurat, men det blir veldig mye gjennom kollegaer altså, og bruke det. Det blir i jobbsammenheng	Noe må jeg lære selv. Veldig mye, helt på egenhånd i grunnen det meste. På egenhånd eller hjelp av kollegaer. Tidligere har andre kollegaer utarbeidet for

Figur 3 Skjema for tematisk analyse

For å holde kontroll på hvilke utdrag av transkripsjonen jeg hadde tatt med, markerte jeg utdragene med oransje farge. Dette gjorde jeg for å forsikre meg om at alle dataene som var relevante ble kodet. Noen av utsagnene var aktuelle for mer enn et tema, derfor ble noen av utsagnene plassert under flere temaer. For å holde kontroll på dette ble celler med utsagn som var plassert under mer enn et tema farget i en unik farge. Fargekodene hjalp meg senere å se hvilke temaer som var knyttet til hverandre og essensielle mønstre i datasettet, men også til å organisere tankekartet.

Søke etter temaer

Den tredje fasen begynner når all data er ferdig kodet, og handler om å søke etter temaer og utarbeide hoved- og undertemaer (Braun & Clarke, 2006). Etter at jeg hadde kodet dataene lagde jeg en liste over temaene i Microsoft Word (figur 4 viser et av utkastene for listen). Dette ga meg mer oversikt over temaene, enn skjemaet i figur 3. Noen av undertemaene passet under mer enn et hovedtema, for å vise dette brukte jeg fargekoder på disse.

1. Hvordan tilegnet seg kunnskap og holde seg oppdatert på digital teknologi

- Selvlært
 - Prøve og feile
 - Egen interesse
- Samarbeid/lære av andre
- Kurs
- Tidligere utdanning

2. Hvorfor ta i bruk digital teknologi og hvordan lykkes

- Variasjon
 - Mange oppgaver
 - Supplement
- Motivasjon hos elevene
- Tilpasset opplæring
 - Konkretisere og visualisere
- Tilbakemelding
- Samlepunkt/aktive elever
- Mengdetrening
- Elevens digitale kompetanse
- Pedagogiske grep
- Tilgjengelighet
- Annet

3. Hvilke ulemper er det ved bruk av digital teknologi i undervisningen

- Tilgjengelighet
- Lære elevene det digitale
- Egen kunnskap
- Tid
- Om det fungerer/teknologien sviker
- Supplement
- Utnyttelse av funksjonene

Figur 4 Liste over temaer

Når jeg og Natalie var ferdig med å kode dataene våre, delte vi hverandres lister med mulige temaer som hver av oss hadde kommet frem til. Selv om vi hadde ulike datakilder kom vi frem til mye av de samme temaene, dette tyder på høy interreliabilitet (Christoffersen & Johannessen, 2012). Vi prøvde deretter å sortere temaene og finne potensielle hovedtemaer og undertemaer som passet til begge data. Det var et krevende arbeid, men det gjorde at vi fikk kvalitetssikret hverandres temaer og utdrag.

Vi lagde et tankekart over temaene, inspirert av Braun og Clarke (2006), som hjalp oss med å få en visuell organisering. Fargekodene jeg hadde brukt under arbeid med listen var til hjelp for å sette streker for å visualisere om et undertema passet til flere hovedtemaer. Vi brukte skjemaet, listen og tankekartet over temaene parallelt i arbeidet med å utarbeide hovedtemaer og undertemaer. For å se det ferdige tankekartet, se figur 6 i kapittel 5.2.

Gjennomgå temaene

Etter arbeidet med foreløpig oversikt over hovedtemaer og undertemaer, er den fjerde fasen å kontrollere kvaliteten på temaene, og at temaene gjenspeiler datasettet. Enkelte temaer kan ha for lite data å støtte seg på, gli for mye inn i hverandre eller må deles opp (Braun & Clarke, 2006). Sammen med Natalie kontrollerte vi temaene. Noen av temaene var overlappende og ble derfor slått sammen, og vi forkastet et hovedtema da dette viste seg å ikke svare på forskningsspørsmålet.

Når vi så oss fornøyd med temaene, ble det viktig at jeg kontrollerte at hoved- og undertemaene også gjenspeilet mitt datamateriale. Etter å ha lest gjennom utdragene og kontrollert at de passet til temaet, leste jeg gjennom transkripsjonene mine enda en gang, for å forsikre meg om at jeg ikke hadde oversett noe data.

Definere og navngi temaene

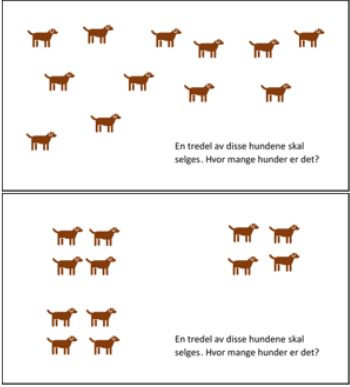
Fase fem begynner når man ser seg fornøyd med tankekartet over temaene. Den handler om at forskeren definere de ulike temaene for seg selv, og kontrollere at temaene ikke gaper over et for stort område eller er for komplekse (Braun & Clarke, 2006). I denne fasen lagde jeg sammen med Natalie et definisjonsskjema (se vedlegg 8) over hoved- og undertemaene, hvor vi beskrev hva temaet handlet om. Denne fasen hjalp oss med å kontrollere at vi har felles definisjoner av temaene, som igjen styrker reliabiliteten. For å unngå at temaene var for komplekse og sammensatte delte vi inn temaene i hoved- og undertemaer, og vi hadde bevisst konkrete og kortfattede navn på temaene. Det er viktig å påpeke at jeg hadde temaer som ikke Natalie hadde, og motsatt, og at jeg ikke arbeidet kronologisk gjennom de ulike fasene, men hoppet frem og tilbake etter behov.

4.3.3 Orkestreringsanalyse

For å svare på forskningsspørsmålet «*Hvordan organiserer lærerne den digitale teknologien i matematikkundervisningen?*», valgte jeg å bruke instrumentell orkestreringsteori av Drijvers et al. (2010), som hjalp til å kartlegge hvordan lærerne organiserer, bruker og utnytter den digitale teknologien i klasserommet.

Analysemetoden for observasjonene måtte være like på tvers av enkeltenhetene, siden denne case-studien er en del av en Multiple-Case Study (Stake, 2006). Derfor brukte alle i forskningsgruppen Drijvers et al. (2010) instrumentell orkestreringsteori for å analysere observasjonene. I tillegg utarbeidet vi en felles resultattabell for de ulike orkestreringstypene, slik at det kan være mulig å sammenligne enhetene.

Orkestreringsanalysen foregikk i tre faser. I den første fasen hadde jeg en grov datareduksjon av datamaterialet, der jeg delte observasjonene inn i plenumsundervisning, individuelt eller gruppearbeid. Målet med dette var å bli bedre kjent med datamaterialet. I andre fasen startet jeg med å lage et skjema i Microsoft Word, som vist i figur 5. Hver rad representerte en episode, og jeg hadde fire kolonner som ga informasjon om episoden.

Tid:	Orkestreringstype:	Hva som foregår i klasserommet:	Interaktiv tavle:
4.28-05.59	Sherpa-at-work	<p>Læreren leser opp spørsmålet som står på den interaktive tavlen; «<i>En tredel av disse hundene skal selges, hvor mange hunder er det?</i>». Læreren sier at det går an å flytte på hundene, og går bort til den interaktive tavlen og flytter en av hundene ved å dra den ene hunden med fingeren. Læreren spør så om det er noen av elevene som kan fortelle hvor mange hunder det er, og om noen kan komme opp å vise det. Noen av elevene rekker opp hånden. Læreren spør om eleven Per vil komme frem og vise på den interaktive tavlen. Mens Per går opp til den interaktive tavlen ber læreren de andre elevene om å tenke inni seg.</p> <p>Per står oppe ved den interaktive tavlen og forklarer hvordan han har tenkt: «<i>Jeg tenkte at siden fire ganger tre det er tolv. Og at siden det da skulle være tre grupper, da skulle det delt inn i grupper på fire. Hvis det da er en tredel, så burde det det være fire hunder da, som skal selges.</i>».</p> <p>Samtidig som Per forklarer hvordan han har tenkt flytter han på hundene ved å bruke fingeren til å dra hundene. Per flytter på hundene slik at de er plassert i tre grupper med fire hunder i hver gruppe.</p>	

Figur 5 Datareduksjon av observasjon

I den første kolonnen skrev jeg tidspunktet på videoklippet, i den andre skrev jeg orkestreringstypen, i den tredje noterte jeg ned hva som foregikk i klasserommet, blant annet hvor læreren stod i rommet og jeg noterte ned hva læreren og elevene sa. I den fjerde kolonnen skrev jeg ned eller tegnet hva som stod på den interaktive tavlen i den bestemte episoden. Noen av episodene var utfordrende å identifisere etter hvilke orkestreringstyper de tilhørte. Ved slike tilfeller drøftet jeg episodene med Natalie, for å kontrollere at vi var enige om orkestreringstypen. Dette har vært med på å sikre reliabiliteten til forskningen. Den siste fasen var å føre inn resultatene for orkestreringstypene for observasjonene inn i resultattabellen (se tabell 3 i kapittel 5.3.1).

4.4 Oppsummering av data

Oppsummert har jeg laget en oversikt i tabell 1 som viser sammenhengen mellom forskningsspørsmål, datainnsamlingsmetode og analysemetode.

Forskningsspørsmål:	Datainnsamlingsmetode:	Analysemetode:
1. Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne?	Intervju	TPACK-analyse
2. Hva er lærerne sin oppfatning med bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen?	Intervju	Tematisk analyse
3. Hvordan organiserer lærerne den digitale teknologien i matematikkundervisningen?	Observasjon	Orkestreringsanalyse

Tabell 1 Sammenheng mellom forskningsspørsmål, datainnsamlingsmetode og analysemetode

4.5 Ethiske aspekter

Som nevnt tidligere ble det sendt ut informasjonsskriv til alle lærerne og elevene, med informasjon om forskningens formål og hvilke rettigheter deltakere har. Siden elevene er under 15 år, måtte de godkjenne med foreldrenes samtykke. I tillegg til informasjonsskrivet sendte jeg ut et brev (se vedlegg 4) til lærerne hvor jeg informerte om prosjektet med en mindre formell formulering, og litt informasjon om praksisen rundt forskningsprosjektet. De ble også oppfordret til å ta kontakt om de hadde spørsmål. Før intervjuene og observasjonene startet gjentok jeg forskningens formål, behandling av dataene og deres rettigheter.

Under arbeid med transkripsjonene ble det brukt fiktive navn, slik at informasjonen ikke kunne spores tilbake til deltakerne, og brukes mot deltakerne i etterkant. I tillegg unnlot jeg å ta med elementer i transkripsjonen som er identifiserbare for å bevare deltakernes personvern. Selv om disse grepene ble tatt mener jeg transkripsjonene som en helhet kan være identifiserende. Derfor har jeg valgt å ikke legge ved transkripsjonene for å beskytte deltakernes identitet, ellers ville forskningen etter min mening vært uetisk.

Lærerne som deltok i forskningsprosjektet fikk tilbud om å lese gjennom oppgaven for godkjenning før publisering. Data ble oppbevart på passordbeskyttet enhet, og etter prosjektet er avsluttet vil dataene bli destruert.

4.6 Reliabilitet og validitet

Reliabilitet og validitet er viktige kriterier for å etablere og vurdere forskningens kvalitet (Bryman, 2016). Ettersom dette er kvalitativ forskning vil det være problematisk å generalisere, da deltakerne ikke alltid er representative for en større befolkning (Bell & Waters, 2018; Bryman, 2016). Derimot kan resultatene gi et karakteristisk bilde av lignende forhold.

Jeg som forsker kan ha en subjektiv påvirkning på valg og tolkninger, som kan ha innvirkning på resultatene. Tiltakene jeg har gjort for å forhindre dette har vært å gi en detaljert beskrivelse av metode og analysearbeid, slik at leseren skal få innblikk i min prosess. Jeg har også satt meg godt inn i teoretisk rammeverk og tidligere forskning for at tolkningene i mindre grad er basert på min subjektivitet, og samsvarer med teoretiske ideer.

Relabilitet handler om i hvilken grad man får de samme resultatene om en repeterer en undersøkelse eller test under konstante forhold (Bell & Waters, 2018). Ved å ha intervju og observasjon som datakilde får jeg såkalt triangulering (Bryman, 2016), hvor jeg får studert fenomenet med mer enn én metode og kryss-sjekket funnene mine. Dette har vært med på å kontrollere observasjonene og intervjuene opp mot hverandre og styrket relabiliteten i forskningen.

Intern relabilitet er om medlemmer av forskningsgruppen, eller mer enn en observatør har lignende oppfatninger eller er enige om det de ser (Bryman, 2016). For å øke den interne relabiliteten av kodingen møttes forskningsgruppen før analysearbeidet startet, der vi lagde retningslinjer og kriterier for kodingen. For å teste kriteriene utførte vi en pilotanalyse, der vi tok en tilfeldig transkripsjon som vi sammen analyserte. Dette for å kontrollere at vi hadde samme oppfatninger av hvordan det skulle gjøres. I tillegg har jeg underveis i analysearbeidet delt enkelte utdrag fra analysen med Natalie, for å kontrollere at mitt arbeid og mine tanker samsvarte med hennes. Dette har også vært med på å styrke forskningens intern relabilitet.

Ekstern relabilitet er i hvilken grad ulike forskere får samme resultat i en lignende situasjon (Bryman, 2016). For å kontrollere dette møttes alle i forskningsgruppen etter vi hadde utført intervjuene og transkribert, hvor vi samlet temaene vi hadde funnet så langt. Det var mye likt, og vi kjente oss igjen i hverandres temaer. Dette kan tyde på at forskningen har høy ekstern relabilitet.

5. Analyse og resultater

I dette kapittelet presenterer jeg analyse og resultater av datamaterialet som er samlet inn. Dataen er delt inn etter forskningsspørsmålene. Den første delen omhandler analyse av lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap. I den andre delen blir resultatene fra den tematiske analysen presentert. I den siste delen fremstiller jeg analyse av orkestreringstyper som identifiseres i matematikkundervisningen.

5.1 Lærernes teknologiske pedagogiske innholdskunnskap

I dette kapittelet presenterer jeg først en frekvenstabell over resultatene fra TPACK-analysen, etterfulgt av utdrag fra TPACK-analysen, for å begrunne hvordan jeg har tolket dataene.

Tabell 2 viser resultatene fra TPACK-analysen. Vi ser i tabellen at *teknologisk pedagogisk kunnskap* (TPK) ble identifisert flest ganger, med en frekvens på 15. *Teknologisk pedagogisk innholdskunnskap* (TPACK) hadde nest høyest frekvens med 5, og deretter *teknologisk innholdskunnskap* (TCK) med frekvens på 1. Som vi ser i tabellen ble ikke *teknologisk kunnskap* (TK) identifisert.

Kunnskapskomponent:	Frekvens:
Teknologisk kunnskap (TK)	0
Teknologisk pedagogisk kunnskap (TPK)	15
Teknologisk innholdskunnskap (TCK)	1
Teknologisk pedagogisk innholdskunnskap (TPACK)	5

Tabell 2 Resultater fra TPACK-analysen

Videre presenteres essensen av de ulike kunnskapskomponentene som ble identifisert i intervjuene, for å gi en bedre forståelse av resultatene.

5.1.1 Identifisering av teknologisk pedagogisk kunnskap

Interaktiv tavle

Lærerne nevner at de bruker funksjoner på den interaktive tavlen til å skrive, tegne og bruke farger, men også til å merke, ringe rundt, flytte og skille elementer fra hverandre. Det begrunnes at dette fører til mer oppmerksomhet fra elevene, og gir mer tydelighet og forsterkning for elevene. I tillegg nevnes det at den interaktive tavlen gir mer nøyaktige og tydelige tegninger som gjør det lettere å konkretisere i matematikkundervisningen.

Enkelte lærere sier de bruker touch-funksjonen på den interaktive tavlen til at elevene kan være med å skrive på tavlen, eller at de kan komme frem å trykke og flytte på elementer på skjermen. En lærer forklarer at dette er en støtte og forsterkning for elevene. Noen lærere nevner at de bruker denne funksjonen til at elevene kan formidle svaret sitt skriftlig på den interaktive tavlen. Det nevnes også at noen av de interaktive tavlene har muligheter til at flere elever kan skrive samtidig på skjermen, slik at elevene ikke trenger å stå i kø.

Flere lærere nevner også mulighetene den interaktive tavlen har til å vise læreboka, enten om det er en digital lærebok eller om læreboka blir scannet inn. Noen av lærerne forklarer at de også bruker den interaktive tavlen til å vise en oppgave, bilder eller problemstilling som utgangspunkt for en klassediskusjon. En av lærerne begrunner at dette skaper en felles opplevelse, og økt forståelse gjennom gode fagsamtaler, fremfor om elevene sitter med hver sin lærebok. I tillegg mener læreren det virker motiverende på elevene, fordi elevene får lov til å prate med læringspartneren eller i felleskap, og de liker å være muntlig aktive.

De fleste lærerne forteller at de også bruker den interaktive tavlen til å vise videoer og filmklipp. Enten til å beskrive det de skal holde på med, eller blir brukt som en introduksjon. Flere av lærerne begrunner at dette blir brukt for å variere undervisningen, og for at elevene skal få innlæring på en annen måte, enn bare å høre på lærerens forklaring.

Lærernes forklaringer av bruk av den interaktive tavlen, har jeg identifisert som en del av lærernes teknologisk pedagogisk kunnskap. Da lærerne viser å ha kunnskap om den interaktive tavlen sine ulike muligheter, slik som å markere, vise oppgaver, læreboka og video, og bruk av touch-funksjonen til å skrive og flytte på elementer. De viser også til at digitale verktøy blir valgt ut basert på egenskaper, og at de ulike mulighetene kan brukes til ulike formål. Slik som at den interaktive tavlen sine touch-funksjonen blir tatt i bruk for at elevene kan formidle svarene sine ved å skrive på tavlen. I tillegg viser lærerne kunnskap om hvordan undervisningen endrer seg ved bruk av ulike teknologier, slik som at bruk av video er med på å variere undervisningen og innlæringen av fagstoffet. Og at læreren får gode fagsamtaler når læreboken blir vist på skjermen, sammenlignet med at elevene sitter med hver sin lærebok.

Elev-PC

Alle lærerne nevner at de tar i bruk elev-PC, og at de bruker den til at elevene skal arbeide med oppgaver. Flere lærere begrunner at de bruker ulike matematikkprogrammer for at elevene skal få øvelse og mengdetrening, og fordi elevene får tilpassede oppgaver, da oppgavene har ulike nivåer som gjør at ikke alle elevene må arbeide med de samme oppgavene. Det nevnes også at noen programmer automatisk tilpasser seg elevens behov etter hvert som elevene arbeider med oppgavene. I tillegg forklarer flere lærere at de opplever at elevene er mer motiverte når de arbeider på PC, istedenfor på papir, mye fordi de får rask respons på arbeidet sitt.

Samtlige lærere sier at arbeid på PC blir brukt for å vurdere elevene. De forteller at de får informasjon om hvor langt elevene har arbeidet, tidsbruk og hvilke oppgaver elevene mestrer, eller ikke mestrer så godt. En lærer nevner også muligheter det ene programmet har til at elevene kan gi tilbakemelding til læreren om det er noe som er utfordrende. De begrunner at dette gir en oversikt over elevenes utvikling og eventuelle utfordringer.

Lærernes beskrivelse av bruk av elev-PC, har jeg tolket som en del av lærernes teknologisk pedagogisk kunnskap. Dette er fordi lærerne har kunnskap om at bruk av PC gir ulike muligheter, blant annet at den kan brukes til arbeid med oppgaver og vurdering av elevene. De viser også til å kunne velge ut digitale verktøy basert på egenskaper, slik som at de velger programmer hvor både læreren og eleven kan få tilbakemelding på elevenes arbeid, for å fremme elevenes læring. I tillegg viser de forståelse av hvordan programmene er med på å endre undervisningen og læringen, som at elevene får tilpasset oppgaver og de er mer motiverte med arbeid på PC, enn med penn og papir.

5.1.2 Identifisering av teknologisk innholdskunnskap

En lærer forklarer at Excel har blitt brukt i oppgaver med spørreundersøkelse, ved å lage diagrammer for å presentere resultatene fra spørreundersøkelsen.

Dette har jeg definert som en del av lærerens teknologisk innholdskunnskap, da læreren viser til kunnskap om hvilken teknologi som er egnet for det faglige innholdet, ved å bruke regneark til å lage representasjoner av resultatene.

5.1.3 Identifisering av teknologisk pedagogisk innholdskunnskap

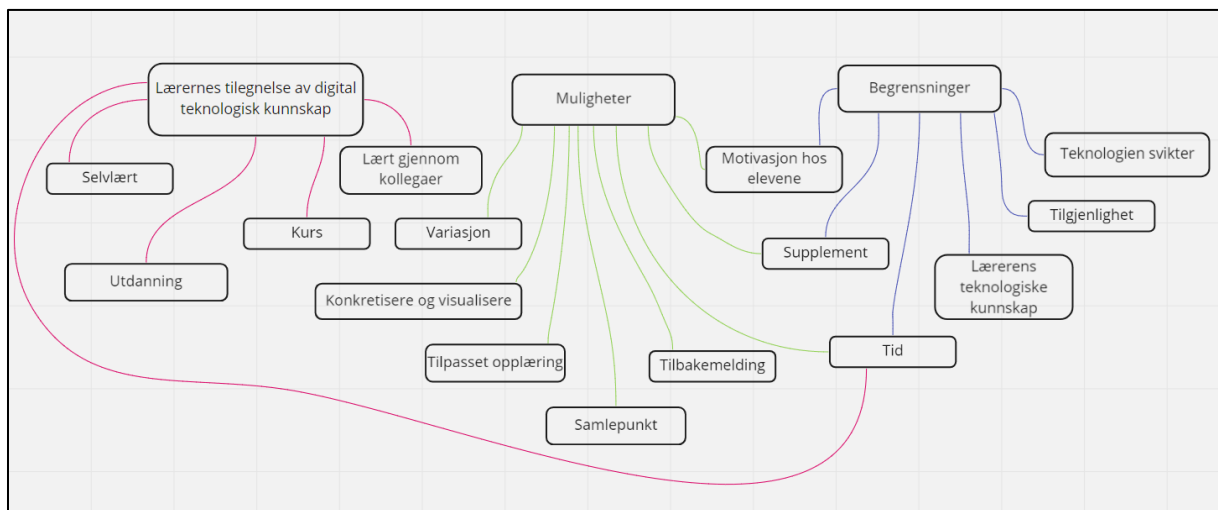
Lærerne forklarer at den interaktive tavlen er et verktøy til å lage visuelle tegninger og fremstillinger. Blant annet i arbeid med brøk, for å få realistiske bilder som viser hvordan brøk kan brukes i det

virkelige liv, slik at det ikke bare blir brukt sirkler og firkanter som vanligvis brukes på en tradisjonell tavle. Det blir også nevnt at den interaktive tavlen blir brukt i arbeid med matematikkbegrepene stor, liten, størst og minst, der elevene kan komme frem til tavlen og selv trykke og dra på elementene på tavlen. Det begrunnes med at dette er med på å forsterke de matematiske begrepene, og at dette igjen er motiverende for elevene.

Dette har jeg identifisert som en del av lærernes teknologisk pedagogisk innholdskunnskap, da lærerne bruker den digitale teknologien på en pedagogisk hensiktsmessig måte for å lære bort det matematiske innholdet. Lærerne bruker blant annet den interaktive tavlen for å vise matematiske representasjoner, slik at matematiske begreper blir enklere å forstå. De lar også elevene komme frem og trykke på skjermen, som fungerer forsterkende på innlæringen av de matematiske begrepene.

5.2 Lærernes oppfatning

Den tematiske analysen resulterte i tre hovedtemaer og en rekke undertemaer. Tankekartet i figur 6 viser en oversikt over hovedtemaene og undertemaene. Strekene mellom temaene illustrerer hvordan noen av undertemaene befinner seg i mer enn ett hovedtema.



Figur 6 Tankekart med hovedtemaer og undertemaer

Videre presenterer jeg hovedtemaene «lærernes tilegnelse av digital teknologisk kunnskap», «muligheter» og «begrensninger», og undertemaene tilknyttet til disse. I presentasjonen har jeg valgt å slå sammen «muligheter» og «begrensninger», da de ha noen felles undertemaer.

5.2.1 Lærernes tilegnelse av digital teknologisk kunnskap

Selvlært

Da det ble spurt om hvordan lærerne tilegnet seg kunnskap om digital teknologi, svarte lærerne at det ikke har vært så mye opplæring på bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen, og at mesteparten av kunnskapen er selvlært. En lærer sier det er «... mye man setter seg inn i det på egenhånd. Så mye må man gjøre selv, rett og slett». En annen sier at «Noe må jeg lære selv. Veldig mye, helt på egenhånd. I grunnen det meste». Samtlige sier at de har lært seg ulik digital teknologi ved å ikke være redde for å ta den i bruk og ved prøving og feiling, som en nevner så «gjelder det å ikke være redd for å prøve. Det er ikke farlig, det eksploderer ikke.»

Lære gjennom kollegaer

I tillegg til å lære seg den digitale teknologien på egenhånd, nevner alle lærerne at de har tilegnet seg mye av kunnskapen ved hjelp av kollegaer, ved at de lærer av hverandre. En av lærerne sier at de «viser hverandre og lærer hverandre hvordan vi gjør ting.». Det nevnes at de ofte spør andre kollegaer om hjelp, og at det er til god hjelp for å tilegne seg ny kunnskap om digital teknologi. En lærer sier: «Om jeg ikke får det til så spør jeg andre. Jeg lærer veldig mye av å spør andre ...». Lærerne beskriver at de også sitter ved siden av hverandre og hjelper hverandre når de er på kurs.

Samarbeid nevnes som sentralt når det kommer til å ha tilegnet seg kunnskap gjennom kollegaer. En lærer forteller at «Vi samarbeider om bruken, hjelper hverandre med å lære hvordan man bruker det. Vi samarbeider om ting man kan bruke, finne programmer, finne ting på nettet som er greit å bruke innen matematikk. Og så samarbeider vi når vi planlegger timene, i hvilken grad vi skal bruke for eksempel digitale verktøy.».

Lærerne beskriver at de deler ideer, tips og erfaringer om programmer som kan være nyttige. En av lærerne sier: «Vi jobber jo sammen på trinnet for å finne gode oppgaver, og tipser hverandre om ting vi finner på nettet ... det kan være oppgaver vi finner, eller hva vi kan bruke det til. Eller hvis jeg for eksempel har funnet noe som fanger elevene, så kan vi tipse hverandre om det.». Det nevnes også at lærere som har vært på kurs deler den nye kunnskapen med de andre kollegaene. En sier at «... tidligere har andre kollegaer vist noe for personalet, hvordan man kan bruke forskjellige typer programmer. Da har man kanskje blitt litt inspirert, og fått introduksjon til det da.». Når det kommer til deling av erfaringer om bruk av digital teknologi, forklarer en av lærerne at «... vi bruker mye tid på samarbeid etter undervisningen. Da kommer vi sammen og snakker om hvordan det har vært, og hva som har funket og ikke funket. Det er kjempefint og dele det ...». Læreren legger til slutt til at «det å ha et godt team og dele og lære av hverandre er gull verdt gjennom jobben».

Tid

Flere lærere nevner at de syntes det er gøy, spennende og interessant med digital teknologi, og alt det nye som har skjedd innenfor teknologien de siste årene. Samtlige lærere sier at de prøver å få med seg det de kan, og at de gjerne skulle ønske de hadde mer kunnskap når det kommer til digital teknologi. En av lærerne ble spurt om hva som er et hinder for å tilegne seg mer kunnskap om digital teknologi, læreren svarte at «det handler om tid. ... det er gøy og finne ut av ting, og finne nye måter å undervise på og få ungene til å jobbe på, og få de engasjerte, men når en ikke kan det tar det tid. ... det handler nok mye om tid.». Tid er en hindring som går igjen hos samtlige av lærerne for å tilegne seg mer kunnskap om digital teknologi.

Kurs

Noen av lærerne nevner at de har tilegnet seg kunnskap om digital teknologi i matematikk gjennom kursing. Derimot forklarer lærerne at det blir holdt lite kurs, og at det ikke har vært nok tilgang på kurs om digital teknologi i matematikk. Samtlige sier at de gjerne kunne vært på flere kurs. En av lærerne sier «... det er veldig åreit syntes jeg. For da blir vi presset til det, men vi får god tid til å prøve selv og god hjelp.». Det nevnes at kurs har fordelen ved at det gir inspirasjon til bruk av ulike programmer, samtidig som de får en introduksjon og hjelp. Midlertidig sier enkelte av lærerne at det ikke bare holder å være på kurs å få en introduksjon, men at man i tillegg må ta i bruk programmet selv, prøve seg frem og finne ut hvordan det virker. En lærer sier at «om du ikke tar det videre og implementerer det, så nytter det ikke så veldig mye».

Utdanning

Enkelte av lærerne har tidligere utdanning innenfor digital teknologi, men mener at mye av denne kunnskapen er utdatert til dagens teknologi. En av lærerne sier at den tidligere utdanningen «... har ingen ting med den teknologien som er nå å gjøre. For det var så gammelt. Det var de store stasjonære Pc-ene.». Samtlige sier at kunnskapen de tilegnet seg den gangen, i liten grad blir benyttet i matematikkfaget nå.

5.2.2 Muligheter og begrensninger

Variasjon

Når det kommer til hvilke muligheter digital teknologi gir, nevner flere av lærerne at teknologien gir muligheter til å variere matematikkundervisningen. De nevner blant annet at de varierer matematikkundervisningen med filmsnutter, oppgaver og spill. En lærer sier at den digitale teknologien «... gjør at du kan variere undervisningen veldig ... det gir deg et kjempestort variasjonsspenn.».

Enkelte lærere nevner at det også blir variasjon ved at elevene ikke bare hører på lærerens stemme og forklaring. En lærer sier: «Jeg tror det er positivt at de ikke hører på meg hele tiden.». Enkelte lærere forklarer at det gir en variasjon i innlæring av matematikken. En lærer sier at «... så er det litt godt å høre ting på en litt annen måte også, enn bare min måte.». Dette bygger flere av lærerne opp om, ved at de sier at elevene lærer på ulike måter, og at det derfor «... er veldig positivt for ungene å få litt variasjon i hvordan innlæringen skal foregå».

Samtlige lærere nevner også at digital teknologi gir mulighet til å variere oppgavene. En lærer sier digital teknologi gir muligheter til å «... finne litt mer varierte oppgaver.». En annen lærer mener at det er «enda lettere å få til varierte oppgaver på PC-en ...». Samtlige lærere nevner at det er et «hav av oppgaver» på nettet, og at det finnes mange forskjellige og gode oppgaver på nettet. Som en sier: «Det er gode oppgaver til alt. Masse forskjellig, det er så mye. Det er et hav der ute, som du bare kan ta av. Det er så spennende det som ligger der.». Enkelte mener at det store utvalget også kan være en utfordring, da det kan ta tid å velge ut oppgaver med god kvalitet.

Konkretisere og visualisere

Flere lærere ser at teknologien gir muligheter til konkretisering og visualisering i matematikkundervisningen, ved at teknologien «... kan gjør ting lettere, og at det går fortere å vise enn å skrive og tegne på tavlen.». Blant annet til å lage nøyaktige tegninger, bruke farger og realistiske bilder av virkeligheten. En lærer forklarer at fordelen er å «... få mer nøyaktige og gode tegninger hvis det er behov for det. Lettere å være konkret, og konkretisering er lettere med teknologi.». Samtlige lærere forklarer også at muligheten til å visualisere og konkretisere er med å på å kunne variere og tilpasse undervisningen.

Motivasjon hos elevene

Samtlige av lærerne sier at den digitale teknologien virker motiverende på elevene, og at motivasjonen kommer raskt når digital teknologi blir tatt i bruk. Det nevnes blant annet at «... det er veldig motiverende merker jeg ... du tar motivasjonen, og motivasjonene kommer veldig fort ...», og at «jeg tror at motivasjonen er større uansett når jeg bruker digitale hjelpemidler». En annen lærer beskriver: «Jeg ser at elevene er veldig opptatt av skjermer, så fort det skjer noe på skjermen fanger man oppmerksomheten deres.». En lærer sier at bruk av interaktiv tavle er svært lystbetont, da elevene ikke bare ser på læreren, men også mange fine farger og tegninger. Det nevnes også at det er motiverende for elevene å kunne komme frem og trykke på den interaktive tavlen.

Det nevnes at elevene syntes det er gøy og motiverende å arbeide på egen PC. En lærer opplever at elevene har mer tålmodighet når det kommer til oppgaver på PC, og tror dette kan skyldes at elevene er «... vant til å spille, og vant til å prøve igjen og igjen. De er kanskje mer villige til å gjøre det på en PC enn om man må viske i en bok for å gjøre det igjen ... de er mer villige til å prøve igjen. Fordi at det er de litt vant til.». En annen lærer tror en årsak er at «... de er vant til å skrive på mobil og PC. Det er kjedelig å skrive for veldig mange ... så de opplever nok at det er mer motiverende, og ikke så mye ork, og at det er gøy.».

Noen av lærerne trekker frem at det ikke bare er motiverende med all digital teknologi. En av lærerne forklarer at elevene var lei av å få leksene digitalt. Læreren sier: «De var veldig lei. Så da måtte jeg spørre litt hva som gjorde at de var lei, og de var lei av å sitte og se på skjermen rett og slett ... så jeg tror det er viktig å variere det ... for de ville faktisk ha skrivelekser, så det har de fått nå og er kjempeglad for det». Dette følger en annen lærer opp med ved å si at «Tror en skal passe seg for at det ikke tar helt overhånd. Elevene syntes det er gøy av og til.. men jeg mekrer at bruker man det mye, ønsker de det ikke. Så tror det er viktig med en variasjon.». Variasjon og motivasjon nevnes ofte i kombinasjon, som en lærer sier «Jeg merker jo at ungene synes det er gøyere, og at man må variere. For vi behøver ikke ta bort papir helt, men at vi har den variasjonen».

Supplement

Samtlige lærere forklarer at digital teknologi er til god hjelp i matematikkundervisningen, og fungerer som et supplement. En lærer sier at den digitale teknologien «... er et veldig flott supplement, det er helt nødvendig.». Flere lærere mener at den ikke kan erstatte all undervisning, og at man må gjøre mye annet i matematikkundervisningen. En lærer sier «En skjerm kan vise mye, men det er noe med å teste ut og kjenne på det selv og sånn.». En annen lærer forklarer at man «... må ikke bare bruke digitale verk, en må la elevene kjenne, føle, bygge, snakke sammen, bruke mattespråket. Ikke bare ned bak en PC-skjerm ... jeg tenker nettressursene er et kjempefint supplement».

Tilpasset opplæring

Lærerne nevner at teknologien gir muligheter for å tilpasse undervisningen. Enkelte lærere trekker frem at digital teknologi åpner opp for muligheten til varierte oppgaver, som er med på å tilpasse oppgavene etter elevenes behov. Som en forklarer «... begynner de nokså lavt alle sammen og hvis de viser at dette kan de, blir de ført videre hele tiden, men de som svarer masse feil får om igjen samme type oppgave, istedenfor å bli sendt videre. De får det egentlig etter sitt nivå.». Samtlige lærere mener denne tilpasningen av oppgaver også virker motiverende på elevene. En lærer sier at «De behøver ikke å arbeide med det samme alle sammen, det kan også være motiverende.».

Tilbakemelding

Samtlige nevner at digital teknologi i matematikkundervisningen gir både elever og lærere muligheten til å få tilbakemeldinger på elevenes arbeid. Når det kommer til individuelt elevarbeid på PC, nevnes det at teknologien gir muligheter til å gi elevene rask respons og tilbakemelding på deres arbeid. Som en lærer forklarer, kan elevene «... arbeide selvstendig og få tilbakemelding med en gang om de har gjort riktig eller feil på noen av oppgavene.». Dette nevner enkelte av lærerne at de opplever som motiverende for elevene. Flere lærere nevner at enkelte matematikkprogrammer gjør det mulig for læreren å få tilbakemelding på elevenes arbeid. En lærer forteller at «Jeg ser hvor langt og hvilket nivå de er kommet på. Det er en skala hvor du kan se hvor de har huller, og hva de mestrer godt og hva de ikke mestrer så godt.». I tillegg nevnes det at elevene kan gi tilbakemelding til læreren gjennom programmet, om det er oppgaver de ikke får til. Flere lærere forklarer at disse tilbakemeldingene gir en mulighet til å følge med på elevenes utvikling.

Samlepunkt

Samtlige av lærerne trekker frem at digital teknologi som interaktive tavler skaper et samlepunkt, der klassen har et felles referansepunkt, og at motivasjonen hos elevene kommer fort ved bruk av den interaktive tavlen. En lærer argumenterer for at bruk av den interaktive tavlen fører til «økt læringsutbytte, mer aktive elever, og større refleksjon ... jeg føler jeg får mye mer aktive elever, når vi har et felles samtaletema. Jeg ser bare det at om jeg deler ut en bok, blir de sittende og holder på med boka, og mister litt av oppmerksomheten, men når vi samles der fremme om et bilde så er vi sammen og aktive på en annen måte.». Flere nevner de bruker den interaktive tavlen som et samlingspunkt for utforskning av bilder eller problemstillinger. En lærer forklarer at den interaktive tavlen blir brukt til utforskende oppgaver som «hvem skal ut», hvor de har en diskusjon rundt oppgaven og bruker språket aktivt. Det nevnes også at den interaktive tavlen blir brukt som et samlingspunkt der elevene får muligheten til å være aktive, ved at de kan komme frem og trykke på skjermen. Dette nevnes også som en motivasjonsfaktor hos elevene.

Tid

Tid nevnes både som muligheter og begrensninger når det kommer til digital teknologi i matematikkundervisningen. Det nevnes at bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen besparer tid. En lærer forklarer at «ting går jo mye fortere, en trenger ikke å pusle sammen de fysiske klossene, man kan bare flytte frem og tilbake.» og «.. at det går fortere å vise enn å skrive og tegne på tavlen». Når det kommer til begrensninger, forklares det at det tar tid å sette seg inn i teknologien og at det tar tid å finne gode opplegg og oppgaver. Flere lærere forteller at de gjerne skulle hatt mer tid til å sette seg inn i ulike typer digital teknologi, men at tid er en begrensning. En av lærerne forklarer at «... det er gøy og finne ut av ting, og finne nye måter å undervise på, og få ungene til å jobbe og få dem engasjert. Men når enn ikke kan det tar det tid. ... Det handler nok mye om tid.».

Samtlige lærere sier at de bruker mye tid til å lete på nettet etter gode opplegg og oppgaver. En av lærerne ønsker at man kunne få vite hvor man skal hente alt. Dette etterlyser en annen lærer også, og læreren sier at et ønske hadde vært et «... bedre og ryddig system på hva man kan bruke av ressurser og sånn på nett. En slags bank, eller oppgaver som er gode. Man bruker mye tid på å finne oppgaver. Alt for mye tid. Så har man jo Facebook, ... der kan man få masse gode tips, men det blir så mye noen ganger, får liksom 20 forskjellige tips om brøk ... så at det var litt system på det, hadde sikkert vært fint.». Dette følger også en annen lærer opp med å forklare at «Det tar så tid å lete rundt. For det finnes tusenvis av ting man kan gjøre. Så det er tiden rett og slett».

Tilgjengelighet

Når det kommer til begrensninger ved bruk av digital teknologi, nevnes tilgjengelighet. Enkelte lærere mener tilgjengeligheten til PCer kan være en begrensning. Dersom andre har booket PC-ene, får de ikke selv tilgang til disse. Andre lærere sier at selv om det ikke er en PC til hver elev, så er ikke dette det store hinderet for bruk av digital teknologi. En av lærerne forklarer: «Om alle skulle brukt PCer så er det ikke nok. Det er ikke en til hver på skolen. Så det er et punkt. Men som regel går det veldig fint, er sjeldent det er noen kollisjoner med det.».

Lærerens teknologiske kunnskap

Lærerens teknologiske kunnskap nevnes som en begrensning ved bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen. Når en av lærerne blir spurt om hva som kan være en begrensning for bruk av digital teknologi, svarer læreren: «Kanskje at jeg ikke er god nok. Jeg tror det må være det ... jeg kan ikke nok, man blir aldri utlært.». Dette følger enkelte lærere opp med. De sier at de ikke har

nok teknologisk kunnskap, men at de gjerne kunne hatt mer opplæring, og at det kan være en utfordring å henge med på alt det nye som kommer.

Teknologien svikter

Samtlige lærere sier at de ville hatt utfordringer om teknologien hadde sviktet. En lærer sier at «... alle her bruker Smart Board, og er helt fortvilet når de er utslitt og må byttes ut.». En annen lærer følger opp med «... jeg bruker den jo alltid.. i alle matematikktimer bruker jeg jo skjermen». En annen lærer påstår at det «... går ikke lenger an å drive undervisning uten PC-en.». En annen sier «Jeg personlig, om jeg ikke hadde hatt skjerm, ville jeg følt meg hjelpeløs nå, selv om jeg har undervist mange år før det uten skjerm. Nå ville jeg følt meg veldig hjelpeløs og jeg ville følt det hadde manglet noe.». En annen lærer forklarer et «Det er min tavle nå. Og mitt undervisningsopplegg ligger der, alt ligger der.».

5.3 Lærernes orkestrering

I dette delkapittelet presenterer jeg først resultatene av orkestreringene som ble identifisert hos lærerne i undervisningsperiodene. Deretter legger jeg frem beskrivelse av fire utvalgte episoder fra klasseobservasjonene som jeg analyserer i lys av instrumentell orkestreringsteori fra Drijvers et al. (2010).

5.3.1 Resultat av orkestreringstypene i klasseobservasjonene

Tabell 3 er et resultat av orkestreringsanalysen, som ble brukt for å identifisere orkestreringene som forekommer hos lærerne i matematikkundervisningen. Jeg har ikke tatt med orkestreringstypene som jeg ikke har identifisert. Tabellen viser en oversikt over samlet tidsbruk og frekvens for orkestreringene som er identifisert i begge klasseobservasjonene, fordi jeg ikke er ute etter enkelte undervisningstimer, men et samlet helhetsbilde. Oransje farge indikerer lærersentrert orkestrering og grønn indikerer elevsentrert, disse er helklasseorkestreringer. Gul farge indikerer individuell orkestrering. «Annet» betyr at det var undervisning uten tilknytning til digital teknologi, for eksempel at elevene arbeidet i læreboka, eller brukte tid til å finne frem PC eller bøker.

Orkestreringstyper:	Total tidsbruk	Prosentandel av total tid	Total frekvens	Prosentandel av frekvens
Technical-demo	1.26	1,39	1	3,85
Explain-the-screen	5.30	5,35	3	11,54
Discuss-the-screen	30.43	29,87	20	76,92
Sherpa-at-work	1.31	1,47	1	3,85
Work-and-walk	20.40	20,10	1	3,85
Annet	43.00	41,82	-	-
Totalt	1.42.50	100	26	100

Tabell 3 Resultat fra orkestreringsanalysen

Som tabell 3 viser, skiller orkestreringstypen *Discuss-the-screen* seg ut som den orkestreringen som har høyest frekvens og lengst tidsbruk. Like etter er det *Work-and-Walk* med nest høyest tidsbruk, med en frekvens på én. *Explain-the-screen* er observert tre ganger totalt sett, og har tredje minst tidsbruk. *Technical-demo* og *Sherpa-at-work* er de av orkestreringstypene som er identifisert som har minst tidsbruk. Som vi ser i tabellen er ikke orkestreringstypene *Link-screen-board*, *Guide-and-Explain*, *Board-instruction* eller *Spot-and-Show* identifisert i undervisningsperiodene. Til sammen utgjør alle orkestreringsidentifiseringene tre femdelar av den totale tidsbruken av klasseobservasjonene.

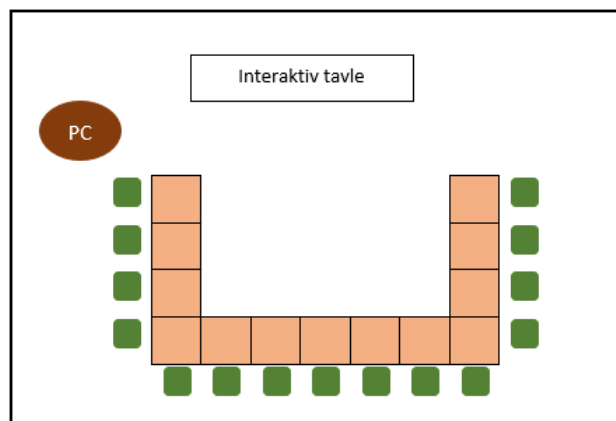
Vi ser i tabellen at de elevsentrerte orkestreringstypene har totalt sett størst andel av tidsbruk og frekvens. Lærersentrerte orkestreringstyper har omtrent 7 % av tidsandelen, og 15 % av frekvensandel. Individuell orkestrering utgjør en tidsandel på 20 %, og en frekvensandel under 4 %.

Videre beskriver jeg fire episoder fra klasseobservasjonene som blir analysert. Episodene er valgt ut for å representere hver av de ulike orkestreringstypene som ble identifisert i klasseobservasjonene, for å vise hvordan jeg har tolket de ulike orkestreringstypene. Jeg velger å ikke legge frem en episode med *Work-and-walk*, da dette i all enkelhet er identifisert ved at elevene arbeider individuelt med matematikkoppgaver på PC, og læreren går rundt og hjelper elever, med teknologien eller matematikken.

5.3.2 Episode 1: Sherpa-at-work

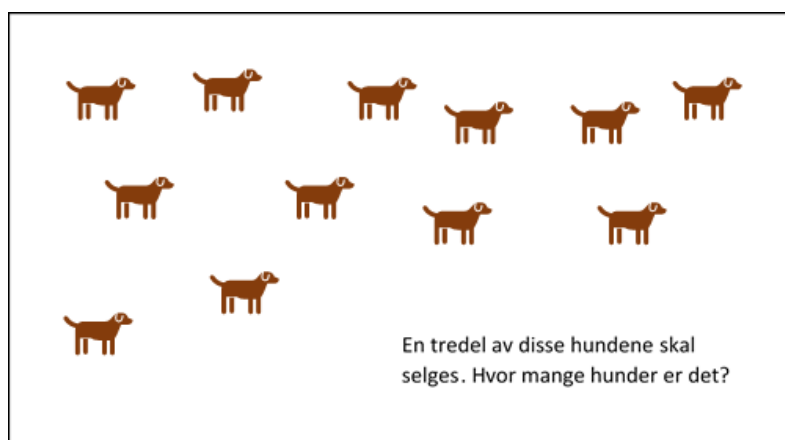
Beskrivelse av episode 1

Den interaktive tavlen står foran i klasserommet og elevene sitter på hver sin pult. De er plassert som en hestesko rundt den interaktive tavlen, slik som vist i figur 7. Læreren står foran i klasserommet, ved den interaktive tavlen.



Figur 7 Grovskisse av klasserom 1

På den interaktive tavlen er det plassert tolv hunder spredt på skjermen, slik som vist i figur 8. Nede i høyre hjørne står spørsmålet «En tredel av disse hundene skal selges. Hvor mange hunder er det?».



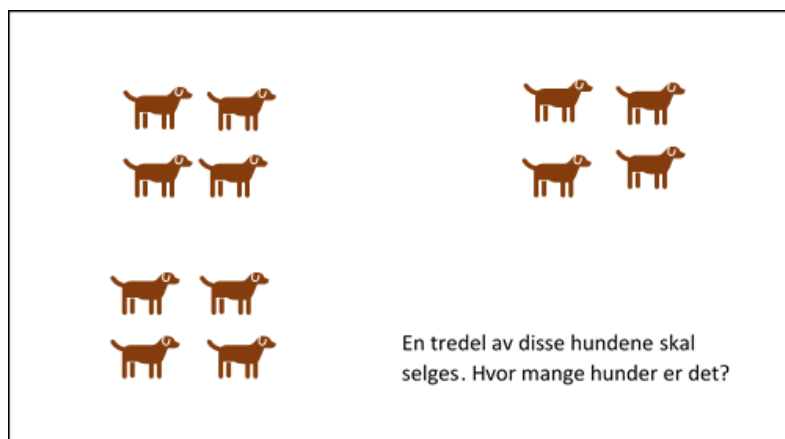
Figur 8 Gjenskapning av den interaktive tavlen - 1

Læreren leser opp spørsmålet som står på den interaktive tavlen; «En tredel av disse hundene skal selges, hvor mange hunder er det?». Læreren sier at det går an å flytte på hundene, og går bort til den interaktive tavlen og flytter en av hundene, ved å dra den ene hunden med fingeren. Læreren spør så om det er noen av elevene som kan fortelle hvor mange hunder det er, og om noen kan komme opp å vise det. Noen av elevene rekker opp hånden. Læreren spør om eleven Per vil komme frem og vise på den interaktive tavlen. Mens Per går opp til den interaktive tavlen ber læreren de andre elevene om å tenke inni seg.

Per står oppe ved den interaktive tavlen og forklarer hvordan han har tenkt:

Jeg tenkte at siden fire ganger tre det er tolv. Og at siden det da skulle være tre grupper, da skulle det delt inn i grupper på fire. Hvis det da er en tredel, så burde det det være fire hunder da, som skal selges.

Samtidig som Per forklarer hvordan han har tenkt, flytter han på hundene ved å bruke fingeren til å dra hundene. Per flytter på hundene, slik at de er plassert i tre grupper med fire hunder i hver gruppe, som vist i figur 9.



Figur 9 Gjenskapning av den interaktive tavlen - 2

Per går så og setter seg på plassen sin igjen, og læreren sier «Ja, flott. Fire hunder skal selges.».

Analyse av episode 1

Denne episoden har jeg tolket som *Sherpa-at-work* orkestrering, siden én av elevene blir bedt om å komme opp å presentere sin forklaring på oppgaven foran klassen. Den didaktiske konfigurasjonen blir i dette tilfellet at eleven som presenterer har tilgang til den digitale teknologien, som er den interaktive tavlen i dette tilfelle. Og at den interaktive tavlen er plassert synlig for de andre elevene, slik at de kan følge med på handlingen til eleven som presenterer sin løsning. Utnyttelsesmodus er at læreren ber eleven om å presentere sin løsning på oppgaven, og at eleven kan bruke den interaktive tavlen til å forklare sin fremgangsmåte. I tillegg instruerer læreren hvordan man kan bruke den interaktive tavlen til å flytte på hundene, slik at eleven kan utnytte denne funksjonen til den interaktive tavlen, for å presentere sin forklaring.

5.3.3 Episode 2: Explain-the-screen

Beskrivelse av episode 2

Den interaktive tavlen står foran i klasserommet og elevene sitter på hver sin pult. De er plassert som en hestesko rundt den interaktive tavlen, slik som vist i figur 7 ovenfor. Læreren står foran i klasserommet ved den interaktive tavlen.

På den interaktive tavlen er tolv hunder tilfeldig plassert, og nede i høyre hjørne er det en tekst hvor det står: «Alle som hadde kjøpt hundene hadde angret og leverte hundene tilbake. Nå var alle tolv samlet igjen. En av seks av hundene er jenter, hvor mange er jenter?». Figur 10 illustrerer skjermen på den interaktive tavlen.



Figur 10 Gjenskapning av den interaktive tavlen - 3

Etter at læreren har spurt hvor mange grupper hundene skal deles inn i, og en elev svarer seks grupper, går læreren bort til den interaktive tavlen og flytter på hundene ved å dra med fingeren. Samtidig som hun teller opp til seks, plasserer hun seks av hundene på en rekke øverst på skjermen slik som vist i figur 11.



Figur 11 Gjenskapning av den interaktive tavlen - 4

Lærer sier deretter:

Okey. Nå er de i hver sin gruppe. Da må jeg fordele resten likt i dem. Er dere med?

Hun drar de resterende hundene med fingeren og fordeler de likt, slik at de tolv hundene er fordelt i seks grupper, slik som fremstilt i figur 12.



Figur 12 Gjenskaping av den interaktive tavlen - 5

Deretter begynner læreren å ringe rundt to og to hunder, som illustrert i figur 13. Samtidig som hun ringer rundt gruppene av to og to hunder, teller hun høyt ved å si «en, to, tre, fire, fem, seks».



Figur 13 Gjenskaping av den interaktive tavlen - 6

Læreren forklarer så til klassen at hun har delt hundene inni seks grupper.

Analyse av episode 2

Denne episoden har jeg identifisert som *Explain-the-screen*, fordi læreren forklarer hvordan de tolv hundene kan deles inn i seks grupper, og viser på den interaktive tavlen hvordan det kan gjøres. Didaktiske konfigurasjonen er at den interaktive skjermen er plassert synlig for alle elevene, slik at de kan følge med på lærerens forklaring. Utnyttelsesmodus er at læreren bruker elevens svar til å forklare for resten av klassen, og utnytter det digitale verktøyets funksjoner som å flytte på hundene og ringe rundt dem.

5.3.4 Episode 3: Technical-demo

Beskrivelse av episode 3

Den interaktive tavlen står foran i klasserommet og elevene sitter på hver sin pult. De er plassert som en hestesko rundt den interaktive tavlen. To meter fra den interaktive tavlen på venstre side står det en prekestol, hvor lærerens PC står oppå, slik som vist i figur 7 ovenfor. Denne er koblet til den

interaktive tavlen, slik at PC-en sin skjerm og skjermen på den interaktive tavlen viser det samme skjermbildet. Elevene sitter og følger med på hva læreren gjør på den interaktive tavlen.

Læreren står foran ved den interaktive tavlen. Læreren forklarer at de skal gå inn på Radius sin nettside og arbeide. Læreren sier at «Jeg vil gjerne vise det nå til dere. Bare sånn at dere ser det.». Læreren går bort til den interaktive tavlen og trykker på skjermen, slik at et nytt vindu med Radius sin nettside åpner seg. Deretter sier læreren: «Her er vi inne på radius. Tror kanskje jeg bare skal vise hvordan dere finner frem til den siden.». Læreren trykker deretter på skjermen på den interaktive tavlen slik at et nytt vindu med Google blir åpnet, og trykker videre på søkefeltet på google. Læreren kommenterer med at «Det kan jeg egentlig gjøre her», samtidig som læreren går bort til prekestolen hvor PC-en står, og fortsetter med «Bare se nå».

På den interaktive tavlen vises det samme som på læreren sin PC. Samtidig som læreren står bak prekestolen og PC-en kommer læreren med instruksjoner:

Radius en til fire (skriver i søkefeltet på Google). Ser dere hva som kommer der? (scroller nedover søkeresultatene på Google). Og så velger jeg den (trykker på en av lenkene på søkeresultatet på Google).

Læreren er kommet inn på Radius sin nettside, og går bort til den interaktive tavlen igjen, hvor læreren fortsetter instruksjonen, og sier:

Og så skal dere gå inn på den som heter 4A (trykker på skjermen på den interaktive tavlen). Denne er litt annerledes delt opp enn Matemagisk. Her er det litt oppgaver på nett som dere skal jobbe med (scroller nedover nettsiden). Og da må dere begynne med brøk (trykker på den interaktive tavlen). Og så kan dere jobbe med de tre første her (peker på oppgavene på skjermen). Den og den og den (peker på en etter en av oppgavene på skjermen). Var det greit?

Læreren avslutter med å spør elevene om de har spørsmål før de skal starte.

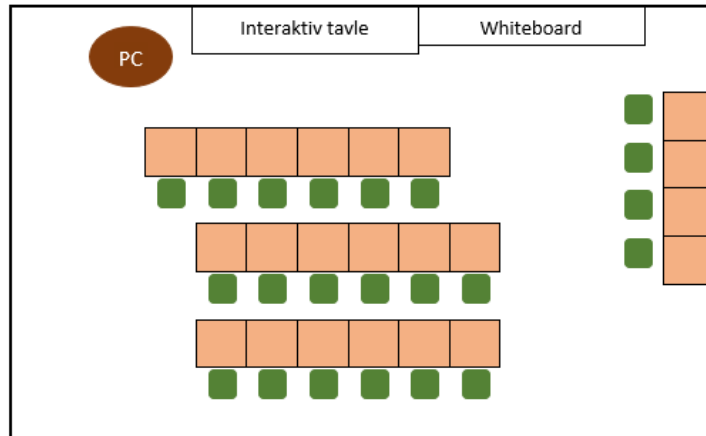
Analyse av episode 3

Denne episoden har jeg tolket som *Technical-demo* for hele klassen, da læreren demonstrerer det digitale verktøyet. Den didaktiske konfigurasjonen er at læreren har organisert klasserommet slik at den interaktive tavlen er synlig for alle elevene, og at den viser samme skjermbildet som på læreren sin PC. Dette gjær at elevene kan følge med på hva læreren gjør på sin PC på den interaktive tavlen. Utnyttelsesmodus er at læreren viser og forklarer hvordan elevene kommer inn på en nettside som de skal arbeide med.

5.3.5 Episode 4: Discuss-the-screen

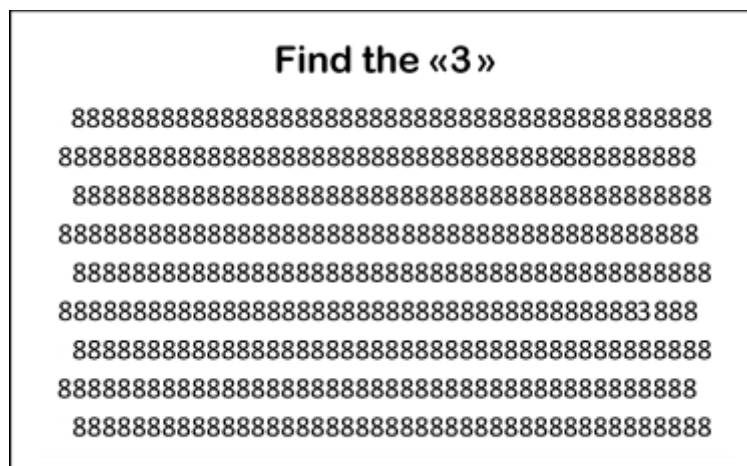
Beskrivelse av episode 4

Den interaktive tavlen er plassert foran i klasserommet. Elevene sitte på sine pulter som er plassert i tre rekker foran den interaktive tavlen, og fire pulter er plassert på høyre side av klasserommet, slik som illustrert i figur 14. Det er flere plasser enn elever, så læreren har plassert elevene på de to fremste radene og tre elever på plassene på høyre side. Alle elevene sitter med ansiktet mot skjermen. Læreren står foran ved den interaktive tavlen.



Figur 14 Grovskisse av klasserom 2

På den interaktive tavlen vises det et videoklipp. Læreren stopper videoklippen. På skjermen på den interaktive tavlen står det øverst på skjermen «Find the «3»». På resten av skjermen er det avbildet mange åttetall, og ett tretall, slik som illustrert i figur 15.



Figur 15 Gjenskapning av den interaktive tavlen - 7

Læreren stopper videoklippen og spør elevene: «Hvis vi skulle beskrive hvor tretallet er her, hvordan ville dere beskrive det?». Noen av elevene rekker opp hånden. Læreren spør om eleven Oline har et forslag. Oline svarer: «Nesten helt nede i hjørnet». Læreren responderer ved å gå bort til den interaktive tavlen og sier:

Nesten helt nede i hjørnet, ja (peker nede i venstre hjørne av skjermen). Jeg finner den ikke. Kan vi ha noen flere opplysninger?

Noen av elevene rekker opp hånden. En elev kommenterer på venstre side, og læreren svarer med at det er her hun leter, samtidig som hun peker på skjermen nede i venstre hjørne. En annen elev kommenterer høyre hjørne. Læreren spør om eleven Julie som rekker opp hånden svare. Eleven Julie forklarer:

På høyre side. Og så liksom går litt lenger oppover. På en måte på fjerde etasje. Og så hvis du går litt til høyre, eller nesten helt til høyre. Så ... så går fire hakk opp. Så kan det være at du ser den da.

Læreren svarer med:

Til høyre, opp cirka i fjerde etasje. Det skjønnte jeg. For da ville jeg gått til høyre (går bort til den interaktive tavlen og peker nede i høyre hjørne av skjermen) så tenker jeg første etasje, andre etasje, tredje og fjerde (peker på «etasjene»). Det var en god matematisk forklaring, Julie.

Læreren spør deretter om det er noen andre som kan forklare med sine egne ord på en annen måte. Noen av elevene rekke opp hånden. Læreren spør eleven Sofie om forslag. Sofie forklarer:

Helt til høyre, helt nede i kanten. Så kan du gå opp til fjerde etasje, så ... og så fire hakk inn.

Læreren responderer med å gjenta elevens svar: «Så fire hakk inn. Helt til høyre, til fjerde etasje, og fire hakk til venstre». Samtidig som læreren snakker går hun bort til den interaktive tavlen og peker på skjermen. Læreren avslutter med å si «veldig bra matematisk forklaring.».

Analyse av episode 4

Denne episoden har jeg identifisert som *Discuss-the-screen*, da klassen diskuterer ulike måter å forklare posisjonen til tretallet på skjermen, og elevenes ideer er utgangspunktet for klassesdiskusjonen. I denne orkestreringen er den didaktiske konfigurasjonen at læreren har plassert elevene på radene som er nærmest den interaktive tavlen, slik at de lettere ser den interaktive tavlen, som er utgangspunkt for diskusjonen. Utnyttelsesmodus er at læreren tar utgangspunkt i elevenes ideer og forklaring av hvor tretallets posisjon er på den interaktive tavlen, for å skape en klassesdiskusjon.

6. Diskusjon av resultatene

I dette kapittelet vil jeg diskutere resultatene fra analysen opp mot forskningsspørsmålene og forskningslitteraturen som er presentert for å svare på problemstillingen «*Hvordan integrere digital teknologi i matematikkundervisningen*». Jeg har delt diskusjonsdelen inn etter de tre forskningsspørsmålene, for å få en systematisk diskusjon.

6.1 Lærernes teknologisk pedagogisk innholdskunnskap

Jeg skal nå ta for meg forskningsspørsmålet «*Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne?*». Først vil jeg si at å måle lærernes *teknologiske, pedagogiske innholdskunnskap* (TPACK) ikke var et mål. Derimot var det et ønske at jeg ved hjelp av TPACK-rammeverket ville få en indikasjon på TPACK til lærerne, for å forstå hva som skal til for å lykkes med å integrere digital teknologi i matematikkundervisningen.

I SMIL-studien (Krumsvik et al., 2013) viste det seg at lærerne hadde høye IKT ferdigheter, men mindre pedagogisk IKT-kompetanse. Dette samsvarer ikke med denne studien, da resultatene viser at *teknologisk kunnskap* (TK) ikke ble identifisert. Derimot ble *teknologisk pedagogisk kunnskap* (TPK) identifisert flest ganger hos lærerne. Dette tolker jeg som at lærerne både har TK og TPK, men det kan tenkes at TPK blir snakket mest om fordi bruk av teknologien er tett forent med pedagogisk bruk for disse lærerne. Dette kan tyde på at lærerne har god kunnskap om teknologiens ulike muligheter, og bruker den på en hensiktsmessig måte for å øke læringsutbytte til elevene. I tillegg viser lærerne forståelse av hvordan undervisningen endrer seg ved bruk av digital teknologi.

Teknologisk innholdskunnskap (TCK) ble bare identifisert én gang. En årsak til dette kan være at vi ikke fokuserte på spesifikke emner i matematikken under intervjuene, og at det dermed var fokus på matematikkfaget generelt. Det kan tenkes at det ville vært et annet resultat med andre type spørsmål. På en annen side kan det være tegn på at det ikke blir brukt utvalgte digitale verktøy til spesifikke matematiske emner, men at de digitale verktøyene som anvendes stort sett brukes til alle emner.

TPACK ble identifisert fem ganger. I likhet med TCK, kan en mulig forklaring på at TPACK ikke hadde høyere frekvens være at vi ikke hadde spørsmål som gikk inn på emner av matematikken, og at det dermed ble snakket om digital teknologi i matematikk på et mer generelt nivå. Det kan også tenkes at det er vanskelig å identifisere denne kunnskapskombinasjonen, for som Koehler og Mishra (2009) påpeker er kombinasjonen unik for hver lærer, hvert syn på læring og hver undervisningstime. Likevel tolker jeg at lærerne ser sammenhengen og mestrer kombinasjonen mellom de tre komponentene teknologi, pedagogikk og innhold, ved at lærerne bruker digital teknologi på en pedagogisk egnet måte, for at elevene kan tilegne seg det matematiske innholdet. Dette kan tyde på at lærerne har TPACK som skal til for at teknologien kan bli integrert på en hensiktsmessig måte for å støtte elevenes læring.

6.2 Lærernes oppfatning med bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen

Jeg skal nå belyse forskningsspørsmålet «*Hva er lærerne sin oppfatning med bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen*» opp mot tidligere forskningslitteratur. Jeg systematiserer denne delene etter hovedtemaene. I likhet med analyse og resultatkapittelet samler jeg muligheter og begrensninger.

Lærernes tilegnelse av digital teknologisk kunnskap

Både i SMIL-studien (Krumsvik et al., 2013), Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019) og min studie tyder det på at mye av lærernes digitale kunnskap er selvlært, ved at de setter seg inn i teknologien på

egenhånd og ikke er redde for å prøve og feile. I tillegg til selvlært, ser det ut til at mye av kunnskapen også er lært gjennom kollegaer, ved blant annet å spørre hverandre om hjelp, og at de lærer mye på denne måten. Resultatene tyder også på en samarbeids og delingskultur, da lærerne i tillegg til å dele kunnskap, også deler tips, ideer og erfaringer knyttet til digitale programmer og hjelpemidler til bruk i matematikkundervisningen. De samarbeider også om planlegging av timen, og hva de skal ta i bruk av digital teknologi i matematikken. Dette er med på å forsterke funnene fra Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019) og SMIL-studien (Krumsvik et al., 2013), om at mye av opplæringen i digital teknologi i stor grad er preget av uformell opplæring.

Det kan se ut til at det ikke er mye kurs om digital teknologi i matematikkundervisningen. Dette samsvarer med resultatene fra Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019). Derimot er det flere lærere som har et ønske om bedre tilgang til kurs, og ser fordeler med dette. Om noen har vært på kurs virker det som om de er flinke til å dele kunnskapen videre til øvrige i personalet, noe som igjen kan tyde på en delingskultur.

Resultatene i min studie samsvarer med Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019), hvor skoleledere opplever lite av at lærerne observerer hverandre og gir tilbakemelding om bruk av digital teknologi i undervisningen. Det er bare en i min studie som nevner at de samles etter undervisningen for å reflektere over hva som fungerer og ikke, men det nevnes ikke om de er passive eller aktive observatører i undervisningen. Det kan tenkes at dette skyldes utfordringen med tid, som går igjen hos samtlige. En annen mulig forklaring er at denne metoden å drive utviklingsarbeid på kan kreve ekstra midler, om lærerne skal få fripass til kun å observere i undervisningen.

Et moment som ikke nevnes i den presenterte forskningslitteratur i kapittel 2 er tid. Noe som står sentralt i min studie. Det indikeres at det er et sterkt ønske om å tilegne seg mer kunnskap om digital teknologi, men at tid er det største hinderet. Tid nevnes også nedenfor knyttet til begrensninger og muligheter.

I resultatene viste det seg at bare et fåtall av lærerne hadde tidligere utdanning reletart til digital teknologi, i likhet med SMIL-studien (Krumsvik et al., 2013) og Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019). Generelt sett samsvarer resultatene i min studie om lærernes tilegnelse av digital teknologisk kunnskap i stor grad med Krumsvik et al. (2013) sin uttalelse, om at opplæringen i stor grad er uformell og tilfeldig, og at det dermed er et behov for mer systematisk opplæring. På en annen side nevnes det i min studie at kunnskapen de tilegnet seg i tidligere utdanning innenfor digital teknologi i stor grad er utdatert til dagens digitale teknologi. Dette tyder på at ikke all formell og systematisk utdanning er til det positive, og spørsmålet er kanskje heller hvordan vi kan forhindre at opplæringen er utdatert innen ti år?

Muligheter og begrensninger

I likhet med Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019) og Med Ark & App (Gilje et al., 2016), er det sentralt at mulighetene lærerne ser med bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen er å fremme motivasjon og engasjement hos elevene. Både at motivasjonen kommer raskt hos elevene, men også at de har mer tålmodighet til å arbeide på egen PC, enn med penn og papir. Lærerne mener dette skyldes at elevene er mer fortrolige med å skrive på PC og mobil, og er vant til å måtte prøve igjen og igjen når de spiller dataspill. Dette tyder på at lærerne er oppmerksomme på elevenes motivasjon og engasjement, som ifølge Drijvers (2015) er viktig for at teknologien kan integreres på en naturlig måte i matematikkundervisningen. Derimot kan det se ut til at det er viktig med en balansegang ved bruk av digital teknologi, og at det ikke må bli brukt for mye, for å unngå å miste motivasjonen til elevene. Dette kan tyde på en bekreftelse av nedgangen av antall elever i Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019) som sier seg enig med at digital teknologi gir mer lærelyst.

I Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019) er det gjort funn på at flertallet av lærerne mener og opplever at digitale hjelpemidler fører til mer variert undervisning. Resultatene i min studie bekrefter dette, da flere av lærerne sier at digital teknologi gir muligheter til å variere undervisningen, som gir ulik innfallsvinkler til faget, med blant annet filmsnutter, oppgaver og spill. I tillegg nevnes det at den digitale teknologien åpner opp for muligheter til å konkretisere og visualisere i matematikkundervisningen. Blant annet ved å lage nøyaktige tegninger, bruke farger og vise bilder av virkeligheten, og at dette igjen er med på å variere og tilpasse undervisningen. Det nevnes ikke eksplisitt om konkretisering og visualisering i den tidligere forskningen, men interaktive representasjoner nevnes i studien Med Ark & App (Gilje et al., 2016) som et element det legges stor vekt på i matematikkundervisningen.

Det kan se ut som at mulighetene tilknyttet variasjon, henger sammen med lærernes meninger om at digital teknologi åpner for muligheter til å tilpasse undervisningen. I tillegg trekkes ulike digitale ressurser frem som hjelp til å tilpasse oppgaver. De forklarer at ulike programmer er designet for adaptiv læring, og at lærerne opplever dette som motiverende for elevene. Dette stemmer overens med både SMIL-studien (Krumsvik et al., 2013) og Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019) sine resultater om at lærerne opplever at bruk av digitale hjelpemidler gjør det lettere å differensiere og tilpasse undervisningen.

Resultatene tyder på at den interaktive tavlen fungerer som et samlepunkt og felles referansepunkt, og at den ofte er utgangspunkt for klassesamtaler, ved å vise en problemstilling, bilder eller den digitale læreboka. Det trekkes også frem at elevene blir mer motivert når den interaktive tavlen blir brukt, enn om hver elev sitter med hver sin lærebok. I tillegg førere bruken av denne tavlen til mer aktive elever, både ved at de deltar i faglig samtale, men også ved å komme opp å trykke på tavlen. Dette samsvarer i stor grad med studien Med Ark & App (Gilje et al., 2016). Derimot kommer det ikke frem i Med Ark og App-studien at den interaktive tavlen blir brukt til at elevene kommer opp og trykker. En forklaring kan være at dette er mer aktuelt på småtrinnet, og undersøkelsene i studien Med Ark & App (Gilje et al., 2016) er gjort fra 5. trinn.

I forskningslitteraturen (Fjørtoft et al., 2019; Krumsvik et al., 2013) som er presentert er utfordringer knyttet til utenomfaglig bruk av datamaskinene sentralt. Dette støtter ikke mine resultater opp mot, da ingen av lærerne i denne studien nevnte denne utfordringen. Årsaken til dette kan tenkes å være at det er aldersforskjell mellom elevene i studiene. En annen mulig forklaring kan være at det er innarbeidet gode rutiner og regler for bruk av PC. Om dette er tilfelle, kan det tyde på at bruk av PC er integrert i matematikkundervisningen. Likevel kan dette være med å bekrefte den drastiske nedgangen av distraksjoner og utenomfaglig bruk som ble rapportert om i Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019). Dette kan ha en sammenheng med at klasseledelse ikke er nevnt i min studie som et avgjørende moment for bruk av digital teknologi. Som er en forskjell fra Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019), hvor to av fem lærere mener klasseledelse er avgjørende for bruk av digital teknologi i undervisningen.

I SMIL-studien (Krumsvik et al., 2013) ses ikke lenger tilgjengeligheten som en begrensning. Dette støtter ikke resultatene i denne studien opp mot, da det tyder på at tilgjengeligheten til en viss grad kan være begrensning, spesielt tilgangen til elev-PC. En årsak til dette kan være at SMIL-studien er gjort på videregående skole, mens min studie er utført på barneskolen.

Resultatene i studien ser ut til å antyde at lærernes egen teknologiske kunnskap kan være en begrensning for å ta i bruk ulik digital teknologi. Det ser ut til at de gjerne skulle hatt mer kunnskap, men at både tid og den raske utviklingen er en utfordring. Dette samsvarer med Monitor 2019

(Fjørtoft et al., 2019), da lærernes egen kompetanse blir tatt frem som avgjørende for å ta i bruk digitale hjelpemidler.

Tid kan ses i sammenheng med muligheter og begrensninger av digital teknologi. På den ene siden ser det ut til at bruk av digital teknologi er tidsbesparende, ved at en raskt kan lage tegninger, flytte elementer og skrive på den interaktive tavlen, sammenlignet med ordinær tavle. Dette kan tolkes som at lærerne synes digital teknologi gjør undervisningen enklere. Om dette er tilfelle, stemmer disse resultatene overens med funnene fra Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019), hvor over fire av fem lærere mener digitale hjelpemidler er med på å gjøre undervisningen enklere. På en annen side nevnes også tid som en begrensning. Blant annet at det tar lang tid å finne gode matematikkoppgaver og opplegg med kvalitet, ettersom det er et stort utvalg, og det går mye tid til å lete på nettet. En lærer etterlyser en «bank» med samling av kvalitetssikrede ressurser. Når det er sagt, ser det ut til at lærerne synes det er gøy å finne nye undervisningsopplegg. Dette kan tyde på at lærerne både har et ønske og interesse for å ta i bruk og utforske nye digitale ressurser, men at tiden er en begrensning.

Funnene indikerer at lærerne ser mange muligheter med bruk av digital teknologi i undervisningen, men at den ikke kan erstatte all undervisning. For eksempel at elevene må kjenne og ta på konkrete, og ikke undervurdere arbeid med penn og papir. Derimot ser det ut til at enkelte lærere er avhengig av den digitale teknologien i matematikkundervisningen, og at det er et nødvendig supplement.

I min studie nevner lærerne mulighetene digital teknologi har med tilbakemelding. Både at elevene får rask respons når de arbeider med oppgaver på PC, noe lærerne opplever som motiverende på elevene, samtidig som at lærerne kan få tilbakemelding på elevenes arbeid og holde oversikt over elevenes progresjon. I tillegg nevnes det at elevene kan gi tilbakemelding til læreren i programmene, om de synes noe er vanskelig. Med dette tatt i betraktning, kan tilbakemelding tolkes som en form for vurdering. Dermed samsvarer min studie til en viss grad med Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019), hvor det viste seg at ni av ti lærere bruker digitale hjelpemidler til vurdering.

Ut fra resultatene ser det ut til at lærerne til en viss grad er avhengige av den digitale teknologien. Ettersom enkelte lærere sier de ville hatt utfordringer om den hadde sviktet, og ville følt seg hjelpeløse om de ikke lenger hadde hatt tilgang til digital teknologi i matematikkundervisningen. Dette tyder på at den digitale teknologien er integrert i matematikkundervisningen. Ettersom den digitale teknologien er integrert om den blir gitt et ansvar, og læreren ikke kan utføre den tenkte undervisningen om teknologien svikter (Hooper & Rieber, 1995).

Integrering av digital teknologi vil si at læreren bevisst bruker den digitale teknologien til å utføre bestemte oppgaver, og gir et ansvar til teknologien. Dette vil si at om den digitale teknologien ikke lenger er tilgjengelig, vil ikke læreren kunne fortsette den tenkte undervisningen

6.3 Lærernes organisering av den digitale teknologien i matematikkundervisningen

I dette underkapittelet tar jeg for meg forskningsspørsmålet «*Hvordan organiserer lærerne den digitale teknologien i matematikkundervisningen?*», hvor jeg diskuterer resultatene i kapittel 6.3 opp mot presentert forskningsteori. Først vil jeg si at to klasseobservasjoner ikke kan gi noen generalisering på skolens praksis, men på en annen side kan det gi en indikator på hvordan lærerne organiserer den digitale teknologien i matematikkundervisningen.

Resultatene tyder på at elevsentrert orkestrering, spesielt i form av *Discuss-the-screen* utgjør store deler av undervisningen, både av tidsbruk og frekvens. Dette samsvarer ikke med studien *Med Ark & App* (Gilje et al., 2016), der det ble rapportert om liten grad av dialogisk undervisning. Dette kan være tegn på at lærerne i min studie er opptatt av å ha samhandling med elevene i undervisningen, i form

av klassesdiskusjon, hvor de er opptatt av at elevene skal komme med sine ideer og innspill (Drijvers et al., 2010). Denne tolkningen underbygges i episode 4, der læreren bygger videre på elevenes svar, for å få i gang en klassesdiskusjon. *Sherpa-at-work* utgjorde også en del av den elevsentrerte orkestreringen. Dette kan indikere at lærerne er opptatt av at elevene skal presentere sine fremgangsmåter. Derimot ble denne orkestreringstypen identifisert bare én gang, som kan antyde at det er lite av det generelt. På en annen side inneholder to observasjonene for lite data til å trekke denne slutningen. Klasseromsutformingen derimot, tolker jeg som at den underbygger fokus på elevsentrert orkestrering, hvor det blir lagt opp til klassesdiskusjon, ved at elevene kan følge med på skjermen. I tillegg er det lagt opp til at elevene kan presentere sine ideer og løsninger på den interaktive tavlen.

Den individuelle orkestreringen *Work-and-walk* har nest høyest prosentandel i tid. Likevel ble denne orkestreringstypen bare identifisert en gang. Dette tyder på at en del av matematikkundervisningen går ut på at elevene arbeider med PC samtidig som læreren går rundt og hjelper, enten med teknologien eller matematikken. Sammenlignet med Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019) er det en betydelig forskjell, da det ble rapportert om relativt høyt bruk av datamaskiner på 4. og 7. trinn i matematikkundervisningen. Årsaken til denne forskjellen kan være at tilgangen på elev-PC er ulik i undersøkelsene, men det kan også tenkes at lærerne i min studie har mer fokus på helklasseundervisning, som nevnt i forrige avsnitt.

I studien Med Ark & App (Gilje et al., 2016) ble det rapportert om stor andel av monologisk undervisning. Dette samsvarer ikke med mine resultater. Det var få lærersentrerte orkestreringstyper som ble identifisert, både i andel av tid og frekvens; *Technical-demo* én gang, og *Explain-the-screen* tre ganger. Dette kan tyde på at lærerne i mindre grad legger opp til undervisningen hvor læreren har den dominerende kommunikasjonen. Årsaken til at *Explain-the-screen* bare ble identifisert tre ganger, kan tyde på at lærerne i mindre grad er opptatt av å forklare og vise elevene det matematiske, uten interaksjon med elevene. På en annen side tolket jeg det som at lærerne var kjent med å utnytte ulike funksjoner på den interaktive tavlen for å gi en visuell forklaring til elevene. Det kan derfor tenkes at *Explain-the-screen* forekommer hyppigere i andre undervisningssituasjoner. Det at *Technical-demo* bare ble identifisert én gang er ikke med på å bekrefte resultatene fra SMIL-studien (Krumsvik et al., 2013), om at det blir brukt mye tid for å forklare elevene det teknologiske. Årsaken til denne forskjellen kan være at elevene er kjent med å arbeide på PC, og dermed ikke har det samme behovet for ytterligere demonstrasjon av teknologien. I likhet med de elevsentrerte orkestreringene sørget lærerne for at elevene kunne følge med på den interaktive skjermen, både ved *Technical-demo* og *Explain-the-screen*.

Som nevnt tidligere var det ikke alle orkestreringstypene av Drijvers et al. (2010) som ble identifisert i observasjonene. Verken *Link-screen-board*, *Guide-and-Explain*, *Board-instruction* og *Spot-and-Show*. En årsak til at ikke *Spot-and-Show* ble identifisert kan være som nevnt i kapittel 3.2.1, at jeg ikke hadde innsikt i forberedelsene til undervisningen, og derfor ikke informasjon til å kunne identifisere denne orkestreringstypen. Det at de andre orkestreringstypene ikke ble identifisert kan være tegn på at disse orkestreringene generelt sett ikke blir brukt i matematikkundervisningen. På en annen side kan det være tilfeldig at disse ikke dukket opp i undervisningssituasjonene jeg observerte.

7. Avslutning

Hovedmålet med denne studien var å undersøke problemstillingen «*Hvordan digital teknologi integreres i matematikkundervisningen.*». For å få hjelp til å svare på dette, og for å spisse oppgaven utformet jeg tre forskningsspørsmål. Jeg har brukt intervju og observasjon som datainnsamlingsmetoder. For å analysere dataene brukte jeg TPACK-analyse, tematisk analyse og orkestreringsanalyse. Videre oppsummerer jeg resultatene og diskusjonene for å svare på forskningsspørsmålene, og problemstillingen. Deretter belyser jeg ulike implikasjoner for studien og videre forskning. Avslutningsvis er min refleksjon over arbeidet.

7.1 Konklusjon

1. Hvilken teknologisk pedagogisk innholdskunnskap kan identifiseres hos lærerne?

Av lærernes *teknologiske pedagogiske innholdskunnskap* (TPACK) var det komponenten *teknologisk pedagogisk kunnskap* som i størst grad ble identifisert hos lærerne, i motsetning til resultatene fra SMIL-studien (Krumsvik et al., 2013). Når det kom til å se sammenhengen mellom matematisk innhold og teknologien, ble dette i mindre grad identifisert, men spørsmålene og fokuset i intervjuet kan tenkes å være en årsak til dette. Derimot viste resultatene at lærerne mestrer kombinasjonen mellom de tre komponentene teknologi, pedagogikk og innhold, og dermed har TPACK, som ifølge Mishra og Koehler (2006) er kunnskapen lærere må ha for at teknologien kan bli integrert på en hensiktsmessig måte for å støtte elevenes læring.

2. Hva er lærerne sin oppfatning med bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen?

Lærernes oppfatninger med bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen har vist seg å ha likheter med den presenterte forskningslitteraturen i kapittel 2, men også tilleggselementer som ikke er omtalt. I min studie tyder det på at tilegnelsen av digital kunnskap i all hovedsak er uformell, enten selvlært eller gjennom kollegaer. Dette samsvarer i stor grad med tidligere forskning (Fjørtoft et al., 2019; Krumsvik et al., 2013). Delingskultur ser ut til å være et kjennetegn på skolen, hvor både kunnskap om digital teknologi og ideer, tips og erfaringer om ulike digitale verktøy deles. Et element som ikke er nevnt i den tidligere forskningen er tid. Dette er en gjennomgående utfordring i min studie. Både at det tar tid til å tilegne seg teknologisk kunnskap, og at tid er en begrensning til å sette seg inn i programmer og finne digitale opplegg og ideer til matematikkundervisningen.

I likhet med Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019) er lærernes teknologiske kunnskap en begrensning for å ta i bruk ulik digital teknologi i matematikkundervisningen. Det tyder på i min studie at det ikke er interessen det står på for å tilegne seg teknologisk kunnskap, men den sentrale utfordringen tid.

Det å fremme elevenes motivasjon og engasjement er fremtredende muligheter lærerne ser med bruk av digital teknologi, men at det er viktig med en balansegang og at penn og papir ikke må undervurderes. Elementene variasjon, tilpasset opplæring, konkretisering og visualisering, tilbakemelding og klassesamtale er også sentrale muligheter lærerne ser ved bruk av digital teknologi. Elementene viser seg å henge tett sammen, spesielt er det fremtredende at motivasjon og engasjement er en rød tråd som går igjen i disse elementene. Dette er også faktorer som gjenspeiles i tidligere forskning (Fjørtoft et al., 2019; Gilje et al., 2016; Krumsvik et al., 2013).

Det som var mest overaskende i funnene, var at utenomfaglig bruk av digital teknologi og klasseledelse ikke ble nevnt, noe som i motsetning til SMIL-studien (Krumsvik et al., 2013) og Monitorrapportene fra 2013 og 2016 er fremtredende utfordringer. Derimot kan det tenkes at dette er en trend som er på vei til å snu, slik som det kan tyde på i Monitor 2019 (Fjørtoft et al., 2019). En årsak til dette kan ut ifra mine resultater tenkes å være at det er mindre utenomfaglig bruk av digital

teknologi om teknologien er integrert i matematikkundervisningen. Ettersom det tyder på i min studie at den digitale teknologien er integrert i matematikkundervisningen, da lærerne reagerte sterkt på om de hadde mistet den digitale teknologien. I tillegg at det ser ut til at den digitale teknologien er blitt en naturlig del av matematikk-klasserommet, og lærernes og elevenes skolehverdag.

3. Hvordan organiserer lærerne den digitale teknologien i matematikkundervisningen?

Resultatene tyder på at elevsentrert orkestrering, spesielt *Discuss-the-screen*, er dominerende i lærernes organisering av den digitale teknologien i matematikkundervisningen, dette skiller seg ut fra studien Med Ark & App (Gilje et al., 2016). I tillegg tolker jeg det som at lærerne er bevisste på organisering og utformingen av klasserommet, ved at den digitale teknologien er lett tilgjengelig for at læreren og elevene kan ta den i bruk, og er godt synlig for elevene. Observasjonen har også gitt tegn til at lærerne utnytter digitale hjelpemidlene som den interaktive tavlens funksjoner, både i læresentrerte og elevsentrerte orkestreringer.

«Hvordan integreres digital teknologi i matematikkundervisningen?»

Faktorer som har pekt seg ut som avgjørende ved denne skolen for å integrere digital teknologi i matematikkundervisningen er blant annet at lærerne må være klar over muligheter og begrensninger ved å ta i bruk digital teknologi i matematikkundervisningen. I tillegg at lærerne må være bevisste på organiseringen av det digitale klasserommet, og legge til rette for at den digitale teknologien kan bli tatt i bruk av både lærer og elev. Samtidig ser det ut til at lærerne må ha TPACK for at teknologien skal bli integrert i matematikkundervisningen, og for at lærerne kan utnytte den digitale teknologien på en hensiktsmessig måte for å fremme elevenes læring.

Resultatene indikerer at uformell opplæring og lærernes interesse er viktige elementer for å tilegne seg digital teknologisk kunnskap, som igjen er avgjørende for å lykkes med integreringen av digital teknologi i matematikkundervisningen. Når det er sagt viser det seg at dette er tidkrevende for lærerne. I de tilfellene hvor lærerne lykkes, ser det ut til å forhindre utenomfaglig bruk av digital teknologi.

7.2 Pedagogiske implikasjoner

I denne studien viste det seg at kunnskapen lærerne tilegnet seg i tidligere utdanning innenfor digital teknologi i stor grad er utdatert til dagens digitale teknologi. Det tyder også på at lærerne har et sterkt ønske om å tilegne seg mer kunnskap om digital teknologi i matematikkundervisningen, men at tid er det største hinderet. Tatt dette i betraktning mener jeg veien å gå for å utvikle lærernes digitale kunnskap er å ha små korte kurs, kombinert med tilrettelegging og satt av tid til systematisk utprøving og deling med kollegaer direkte i etterkant. Fremfor at enkeltpersoner tar studiepoeng.

7.3 Videre forskning

Etter arbeidet med denne masteroppgaven sitter jeg igjen med en tanke at det kan være interessant å forske videre på skoler som lykkes med å integrere teknologi i matematikkundervisningen, fremfor de som ikke får det til. Slik at forskning kan få frem suksessfaktorer som kan være et bidrag til at andre skoler kan lære hvordan de skal integrere digital teknologi i matematikkundervisningen, på en måte som fremmer elevenes læring.

7.4 Refleksjon over eget arbeid

Det har vært mange krevende valg underveis i prosessen. I begynnelsen måtte vi bestemme hvilket fokus vi skulle ha i forskningen, og hvilke data som skulle samles inn for å svare problemstillingen. Noen ganger har jeg i etterkant av avgjørelsene sett andre mulige valg som også kunne vært

hensiktsmessige for å svare på problemstillingen. For eksempel at vi kunne intervjuet lærerne i etterkant av observasjonene for å få deres forklaring av valgene de gjorde, eller at spørsmålene i intervjuene gikk mer på det matematiske innholdet. Dette har gjort at jeg har sett verdien av å teste ut metoder, som pilotintervju og analysemetoder for å kunne gjøre nødvendige endringer som er mer lønnsomme. I tillegg har jeg erfart at alt ikke er så lett gjennomførbart som jeg hadde tenkt. Blant annet at alle lærerne skulle få mulighet til å lese gjennom intervjuguiden på forhånd.

De to største utfordringene jeg har støtt på i arbeidet er analyse av dataene, og hvordan analysen og resultatene skulle presenteres. Det var krevende i begynnelsen å se hva datamateriale skulle gi svar på, og hvilke analysemetode som skulle benyttes for å svare på problemstillingen. Vi stod lenge fast i valget for hvordan intervjuene skulle analyseres. Som nevnt i kapittel 4.3 støttet vi på utfordringer da vi så at vi mistet mye potensiell informasjon om vi bare hadde benyttet TPACK-analysen, dette resulterte i den tematisk analysen i tillegg. Når analysearbeidet var ferdig var det nye krevende valg om hvordan analysen og resultatene skulle presenteres i selve masteroppgaven, ettersom vi hadde tre ulike analysemetoder. I etterkant har jeg lært at fremstillingen i stor grad avhenger av datamaterialet.

Når jeg har stått fast har jeg noen ganger måttet arbeide med andre deler av oppgaven, prøvd å se problemet fra andre perspektiver, eller trengt en pause fra hele masteroppgaven. Arbeidet med masteroppgaven har vært utfordrende, men en lærerik prosess.

8 Referanseliste

- Bell, J. & Waters, S. (2018). *Doing your research project : a guide for first-time researchers* (7. utg. utg.). Maidenhead: McGraw-Hill Education.
- Blikstad-Balas, M. (2019). Hva sier forskningen om det digitale klasserommet? I A. S. Michaelsen (Red.), *Det digitale klasserommet : utnytt mulighetene!* (2. utgave. utg., s. 136-145). Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Bryman, A. (2016). *Social research methods* (5th ed. utg.). Oxford: Oxford University Press.
- Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Oslo: Abstrakt forl.
- Digital didaktikk. (u.å). Interaktive tavler. Hentet 27.04 2020 fra <http://digitaldidaktikk.no/refleksjon/detalj/interaktive-tavler>
- Drijvers, P. (2015). Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn't). *Selected regular lectures from the 12th international congress on mathematical education* (s. 135-151): Springer.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Gisbergen, S. v. & Reed, H. (2009). Teachers using technology: Orchestrations and Profiles. *Proceedings of the 33rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (s. 481-488).
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H. & Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: Instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in mathematics*, 75(2), 213-234.
- Drijvers, P., Tacoma, S., Besamusca, A., Doorman, M. & Boon, P. (2013). Digital resources inviting changes in mid-adopting teachers' practices and orchestrations. *ZDM*, 45(7), 987-1001.
- Drijvers, P., Tacoma, S., Besamusca, A., van den Heuvel, C., Doorman, M. & Boon, P. (2014). Digital technology and mid-adopting teachers' professional development: A case study. I *The mathematics teacher in the digital era* (s. 189-212). Springer.
- Engen, B. K., Giæver, T. H. & Øgrim, L. (2009). Bruke, forstå, undervise BALLAST.
- Ertmer, P. A. (2005). Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration? *Educational technology research and development*, 53(4), 25-39.
- 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.
- Fjørtoft, S. O., Thun, S. & Buvik, M. P. (2019). *Monitor 2019 - En deskriptiv kartlegging av digital tilstand i norske skoler og barnehager* (1). Hentet fra <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2626335/Monitor%2b2019%2bsluttrapport%2bfra%2bSINTEF%2bpublisert%2b20191021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gilje, Ø., Ingulfsen, L., Dolonen, J. A., Furberg, A., Rasmussen, I., Kluge, A., ... Granum, K. (2016). Med ARK&APP. *Bruk av læremidler og ressurser for læring på tvers av arbeidsformer*. Oslo: Universitetet i Oslo.
- Giæver, T. H., Johannesen, M., Øgrim, L. & Keeping, D. (2014). *Digital praksis i skolen*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Hooper, S. & Rieber, L. P. (1995). Teaching with technology. *Teaching: Theory into practice*, 2013, 154-170.
- Kim, C., Kim, M. K., Lee, C., Spector, J. M. & DeMeester, K. (2013). Teacher beliefs and technology integration. *Teaching and teacher education*, 29, 76-85.
- Koehler, M. & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70.
- Krumsvik, R. J., Egelanddal, K., Kolkin Sarastuen, N., Øen Jones, L. & Eikeland, O. J. (2013). *Sammenheng mellom IKT-bruk og læringsutbytte (SMIL) i videregående opplæring*. Bergen: Universitetet i Bergen, Institutt for pedagogikk.

- Kvale, S., Anderssen, T. & Rygge, J. (1997). *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo: Ad notam Gyldendal.
- Michaelsen, A. S. (2019). *Det digitale klasserommet : utnytt mulighetene!* (2. utgave. utg.). Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017-1054.
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect.
- Postholm, M. B. & Jacobsen, D. I. (2011). *Læreren med forskerblick : innføring i vitenskapelig metode for lærerstudenter*. Kristiansand: Høyskoleforl.
- Redecker, C. & Punie, Y. (2017). *European framework for the digital competence of educators DigCompEdu*. Luxembourg: Luxembourg : Publications Office.
- Sanne, A., Berge, O., Bungum, B., Jørgensen, E. C., Kluge, A., Kristensen, T. E., ... Voll, L. O. (2016). Teknologi og programmering for alle-En faggjennomgang med forslag til endringer i grunnopplæringen-august 2016.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Spurkland, S. & Blikstad-Balas, M. (2016). De største utfordringene ved digitalisering av skolen. *Bedre Skole*, 2, 2016.
- Stake, R. E. (2006). *Multiple case study analysis*. New York: Guilford Press.
- Tabach, M. (2011). A mathematics teacher's practice in a technological environment: A case study analysis using two complementary theories. *Technology, Knowledge and Learning*, 16(3), 247-265.
- Trouche, L. (2004). Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: Guiding students' command process through instrumental orchestrations. *International Journal of Computers for mathematical learning*, 9(3), 281.
- Törner, G. & Arzarello, F. (2013). Grading mathematics education research journals. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 39(95), 31-34.
- Wølner, T. A., Kverndokken, K., Moe, M. & Siljan, H. (2019). *101 digitale grep : en didaktikk for profesjonsfaglig digital kompetanse*. Bergen: Fagbokforl.

Vedlegg

Vedlegg 1: Transkriberingsnøkkel

Tegn:	Betydning:	Eksempel:
(,)	Et komma indikerer fortsettende intonasjon	Nei, det har jeg ikke.
(.)	En punktum indikerer avsluttende intonasjon	Jeg er helt enig.
(..)	To punktum indikerer en kort pause i transkripsjonen	Ja.. noen ganger.
(...)	Tre punktum indikerer at jeg hopper i utsagnene.	Av og til er det slik ... men ikke alltid.
(peker på tavlen)	Ord i parentes beskriver ikke språklig handling.	Her er sirkelen (peker på tavlen).

Vil du delta i forskningsprosjektet

” Integrering av teknologi i matematikkundervisningen ”?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke *hvordan teknologi integreres i matematikkundervisningen*. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Teknologi har blitt en viktig del av skolehverdagen, og vi ønsker å lære mer om hvordan dette gjøres i praksis. Derfor er vi svært takknemlige dersom du og din skole er villige til å delta i dette forskningsprosjektet. Vi ønsker å få innsikt i hvordan skoler legger til rette for integrering av teknologi i matematikkfaget, og har planer om å studere tre ulike skoler. Hovedfokuset vil være å se hva skolene lykkes med, og studere hvilke faktorer som kan være med å bidra til dette. Ved å gjøre dette ved tre forskjellige skoler, vil vi på den måten lære mer om hva som kan være suksessfaktorer for å lykkes med å integrere teknologi i matematikkfaget.

Dette er et forskningsprosjekt der tre masteroppgaver inngår som en del av prosjektet. Prosjektleder er også veileder til masterstudentene. I tillegg til masteroppgavene som hver tar for seg én skole, er det planlagt å gjøre en krysscasse-analyse for å identifisere fellestrekk som gjør at man lykkes.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Linda G. Opheim ved Universitetet i Agder er prosjektleder og ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Vi har fått tips om at dere er en skole som har satset på teknologi, og det er derfor vi har tatt kontakt.

Hva innebærer det for deg å delta?

Vi ønsker å intervju ledelse og enkelte matematikklærere om hvordan skolen har jobbet for å integrere teknologi i matematikkfaget, og hva dere opplever dere har lykkes med, eventuelle utfordringer dere har. Et slikt intervju vil antagelig ta mellom 30 og 60 minutter per person. Disse intervjuene vil det tas lydopptak av.

I tillegg er det ønskelig å få være med i noen undervisningssekvenser for å se hvordan teknologien brukes i praksis i matematikkfaget. Disse vil bli filmet, i tillegg til programvare som kan gjøre skjermopptak av aktiviteter, dersom dette er aktuelt.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle opplysninger om deg vil da bli anonymisert. 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 skrivet. Opplysningene behandles konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. All data som samles inn, vil kun bli lagret elektronisk på universitetets database der den lagres utilgjengelig for andre, og alt materiale vil bli slettet etter prosjektets ferdigstilling. Film/lydopptakene vil bli transkribert og anonymisert ved bruk av pseudonymer. Datamaterialet samles inn og behandles av masterstudenter, og vil i tillegg kunne drøftes og analyseres felles i prosjektgruppen som består av fire personer.

Som deltaker vil du og skolen du jobber ved, bli anonymisert i en publikasjon, da opplysninger som sted, navn, alder og utdanning ikke vil fremkomme av den ferdige publikasjonen.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektet skal etter planen avsluttes *juni 2021*. Personopplysninger og opptak vil bli slettet etter prosjektslutt.

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- få slettet personopplysninger om deg,
- få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

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 NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

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

- *Willy / Natalie / Amanda*
- *Linda G. Opheim* ved *Universitetet i Agder*. linda.g.opheim@uia.no eller telefon 38 14 18 50
- Vårt personvernombud: Ina Danielsen ina.danielsen@uia.no
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig

Masterstudent

(Linda G. Opheim)

(Willy / Natalie / Amanda)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Integrering av teknologi i matematikkundervisningen*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i *intervju*
- å delta i *observasjon*

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. *Desember 2021*

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vil du la ditt barn delta i forskningsprosjektet

” Integrering av teknologi i matematikkundervisningen ”?

Dette er et spørsmål til deg om å la ditt barn delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke *hvordan teknologi integreres i matematikkundervisningen*. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære.

Formål

Teknologi har blitt en viktig del av skolehverdagen, og vi ønsker å lære mer om hvordan dette gjøres i praksis. Derfor er vi svært takknemlige dersom du er villig til å la ditt barn delta i dette forskningsprosjektet. Vi ønsker å få innsikt i hvordan skoler legger til rette for integrering av teknologi i matematikkfaget, og har planer om å studere tre ulike skoler. Hovedfokuset vil være å se hva skolene lykkes med, og studere hvilke faktorer som kan være med å bidra til dette. Ved å gjøre dette ved tre forskjellige skoler, vil vi på den måten lære mer om hva som kan være suksessfaktorer for å lykkes med å integrere teknologi i matematikkfaget.

Dette er et forskningsprosjekt der tre masteroppgaver inngår som en del av prosjektet. Prosjektleder er også veileder til masterstudentene. I tillegg til masteroppgavene som hver tar for seg én skole, er det planlagt å gjøre en krysscasse-analyse for å identifisere fellestrekk som gjør at man lykkes.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Linda G. Opheim ved Universitetet i Agder er prosjektleder og ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Vi har fått tips om at skolen ditt barn går ved, har satset på teknologi, og det er derfor vi har tatt kontakt.

Hva innebærer det for deg å delta?

En viktig del av dette prosjektet er å se hvordan teknologien brukes i praksis i matematikkfaget, og vi ønsker derfor å observere noen undervisningssekvenser. Disse vil bli filmet, i tillegg til programvare som kan gjøre skjermopptak av aktiviteter, dersom dette er aktuelt. Fokus er på bruken av teknologi, og ikke en vurdering av elevens matematikk-kompetanse. Elever kan få spørsmål underveis, men det vil ikke bli gjennomført elevintervjuer. Eventuelle spørsmål i løpet av undervisningsøkten, vil være for å forstå hva de gjør, og ikke noen form for vurdering.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å la barnet ditt delta, kan du eller barnet ditt når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle opplysninger vil da bli anonymisert. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for barnet ditt hvis du ikke vil det skal delta eller senere velger å trekke det.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om eleven til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Opplysningene behandles konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. All data

som samles inn, vil kun bli lagret elektronisk på universitetets database der den lagres utilgjengelig for andre, og alt materiale vil bli slettet etter prosjektets ferdigstilling. Film/lydopptakene vil bli transkribert og anonymisert ved bruk av pseudonymer. Datamaterialet samles inn og behandles av masterstudenter, og vil i tillegg kunne drøftes og analyseres felles i prosjektgruppen som består av fire personer.

Som deltaker vil eleven bli anonymisert i en publikasjon, da opplysninger som sted, navn, alder og skole ikke vil fremkomme av den ferdige publikasjonen.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektet skal etter planen avsluttes *juni 2021*. Personopplysninger og opptak vil bli slettet etter prosjektslutt.

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om barnet,
- å få rettet personopplysninger om barnet,
- få slettet personopplysninger om barnet,
- få utlevert en kopi av barnets personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av ditt barns personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om barnet ditt, basert på ditt og barnets samtykke.

På oppdrag fra *Universitetet i agder* har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

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

- *Willy / Natalie / Amanda*
- *Linda G. Opheim ved Universitetet i Agder.* linda.g.opheim@uia.no eller telefon 38 14 18 50
- Vårt personvernombud: Ina Danielsen ina.danielsen@uia.no
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig

(Linda G. Opheim)

Masterstudent

(Willy / Natalie / Amanda)

Samtykkeerklæring

Jeg og mitt barn har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Integrering av teknologi i matematikkundervisningen*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til at barnet kan:

- delta i *observasjon*

Jeg samtykker til at mitt barns opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. *Desember 2021*

(Signert av foresatt, dato)

Vedlegg 4: Brev til matematikklærere

Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjekt

Hei, mitt navn er Amanda Haslemo og jeg er student ved Universitetet i Agder. Denne våren skal jeg skrive min master i matematikk. Masteroppgaven vil være en del av et forskningsprosjekt som i alt vil bestå av tre masteroppgaver, hvor vi i hver vår master tar for oss hver vår skole.

Temaet for masteren er hvordan teknologi integreres i matematikkundervisningen, dermed ser jeg det som verdifullt om jeg hadde fått muligheten til å intervjuere dere lærere om hvordan dere har jobbet for å integrere teknologi i matematikkfaget, og hva dere opplever dere har lyktes med, eventuelle utfordringer dere har. Intervjuene vil gjennomføres trinnvis eller enkeltvis og vil vare opp imot en time. Dere behøver ikke å være spesialister på bruk av teknologi, da det er hverdagen til læreren i klasserommet vi ønsker å studere.

Det hadde også vært ønskelig om jeg kunne fått være med 2-3 av dere i en undervisningssekvens for å observere hvordan teknologien brukes i praksis i matematikkfaget. Dette må selvfølgelig elevene/foresatte samtykke.

Det vil bli jeg som gjennomfører datainnsamlingen, der intervjuene vil bli tatt opp på en båndopptaker og undervisningssekvensen vil bli filmet.

Arbeidet vil bli anonymisert og forskningsprosjektet er godkjent av NSD. Dere har selvfølgelig full mulighet til å trekke dere underveis og i etterkant av intervjuet/observasjonen. Dere vil også få muligheten til å lese gjennom oppgaven før publisering.

Jeg håper og ønsker at det vil bli gjensidig nytte av forskningsprosjektet, der dere kan få mer innsikt i egen bruk av teknologi, og eventuelle tips fra andre lærere/skoler.

Vedlagt ligger informasjon og samtykkeskjema for lærer og elev/foresatte.

Dere må gjerne kontakte meg på amandh14@uia.no om dere har spørsmål.

Ser frem til å høre fra dere.

Mvh
Amanda Haslemo

NSD NORSK SENTER FOR FORSKNINGSDATA

NSD sin vurdering

Prosjekttittel

Integrering av teknologi i matematikkundervisningen

Referansenummer

392063

Registrert

17.10.2019 av Linda Gurvin Opheim - linda.g.opheim@uia.no

Behandlingsansvarlig institusjon

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

Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)

Linda G. Opheim, linda.g.opheim@uia.no, tlf: 38141850

Type prosjekt

Forskerprosjekt

Prosjektperiode

01.09.2019 - 30.06.2021

Status

29.11.2019 - Vurdert

Vurdering (1)

29.11.2019 - Vurdert

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet den med vedlegg, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og NSD. Behandlingen kan starte.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde:

https://nsd.no/personvernombud/meld_prosjekt/meld_endringer.html

Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 30.06.2021.

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

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

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke 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

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: åpenhet (art. 12), informasjon (art. 13), innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), underretning (art. 19), dataportabilitet (art. 20).

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

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

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

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

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

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

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

Lykke til med prosjektet!

Kontaktperson hos NSD: Jørgen Wincetsen
Tlf. Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)

Vedlegg 6: Spørsmål etter kategorier

Kategorier:	Spørsmål:
Rammer	<ul style="list-style-type: none"> • Hva slags digital teknologi har dere tilgang til på skolen hos dere?
Teknologisk kunnskap	<ul style="list-style-type: none"> • Hva bruker du av digital teknologi i matematikkundervisningen? • Hva bruker du digital teknologi til i matematikkundervisningen? • Hvordan har du lært deg å bruke digital teknologi? • Hvordan holder du deg oppdatert på digital teknologi? • Samarbeider du om digital teknologi med kollegaer? • Utnytter du funksjonene til de ulike digitale verktøyene?
Pedagogisk kunnskap	<ul style="list-style-type: none"> • Hvordan planlegger du undervisningen når det tas i bruk digital teknologi i matematikkundervisningen? • Når du tar i bruk digital teknologi, hvordan vil du beskrive din rolle som lærer? • Hvilke utfordringer ser du med digital teknologi i matematikkundervisningen? • Hvilke fordeler ser du med digital teknologi i matematikkundervisningen? • Hvordan er digital teknologi til hjelp i ditt arbeid med vurdering i matematikk?
Innholdskunnskap	<ul style="list-style-type: none"> • Ved hvilke delemner i matematikk foretrekker du å bruke digital teknologi? • Hvorfor bruker du digital teknologi i matematikkundervisningen? • Hvordan mener du bruk av digital teknologi i din undervisningen kan være med på å påvirke elevenes læring i matematikk?
Annet	<ul style="list-style-type: none"> • Er du som lærer med å påvirke hva skolen skal kjøpe inn av digital teknologi i matematikk? • Hva hadde vært din drøm når det kommer til digital teknologi i matematikkundervisningen? • Er det andre elementer du vil nevne som vi ikke har snakket om?

Intervjuguide

Før intervjuet:

Dette intervjuet handler om **hvordan digital teknologi integreres i matematikkundervisningen**. Med digital teknologi mener vi elektroniske verktøy, systemer, enheter og kilder som genererer, lagrer eller prosesserer data. Eksempler på dette kan være alt fra Smart- tavle, Ipad, Chromebook, PC og programmer som Excel og GeoGebra.

Om du ikke har et svar, kan vi hoppe over til neste spørsmål. Vi kan også hoppe tilbake til et spørsmål om du vil tilføye noe i svaret ditt. Vi er mest interessert i hvordan du integrerer digital teknologi inn i matematikkundervisningen i dag, men tidligere erfaringer kan også trekkes inn.

Har du spørsmål før vi starter?

Spørsmål:

1. Hva slags digital teknologi har dere tilgang til på skolen hos dere?
 - a. Enheter (PC, Chromebook, Ipad, Smart-Tavle osv.) og programmer (Excel, GeoGebra osv.).
2. Hva bruker du av digital teknologi i matematikkundervisningen?
 - a. Både når det gjelder enheter og programmer.
3. Hva bruker du digital teknologi til i matematikkundervisningen?
 - a. Oppgaver, omvendt undervisning, utforske osv.
4. Hvordan har du lært deg å bruke digital teknologi?
5. Hvordan holder du deg oppdatert på digital teknologi?
 - a. Fri vilje eller ledelsen?
6. Samarbeider du om digital teknologi med kollegaer?
 - a. Hva samarbeider dere om?
 - b. F.eks. hvilke programmer som skal brukes eller deler kunnskap?
 - c. Legger ledelsen opp til samarbeid om digital teknologi?
7. Utnytter du funksjonene til de ulike digitale verktøyene?
 - a. Hva hindrer deg i så fall til å gjøre det?
 - i. F. eks egen kunnskap, elevenes alder, temaer i matematikken?
8. Hvordan planlegger du undervisningen når det tas i bruk digital teknologi i matematikkundervisningen?

- a. Skiller dette seg fra planlegging av undervisningstimer i matematikk uten bruk av digital teknologi?
9. Når du tar i bruk digital teknologi, hvordan vil du beskrive din rolle som lærer?
 - a. Skiller den seg fra andre undervisningstimer i matematikk når du ikke tar i bruk digital teknologi?
 - b. Er den forskjellig for de ulike digitale verktøyene?
10. Hvilke utfordringer ser du med digital teknologi i matematikkundervisningen?
 - a. Hvordan skiller dette seg fra undervisning uten digital teknologi?
 - b. Er det ekstra hensyn å ta når dere/du tar i bruk digital teknologi?
11. Hvilke fordeler ser du med digital teknologi i matematikkundervisningen?
12. Hvordan er digital teknologi til hjelp i ditt arbeid med vurdering i matematikk?
13. Ved hvilke delemner i matematikk foretrekker du å bruke digital teknologi?
 - a. Hva ser du som styrkene ved å bruke digital teknologi når du underviser om dette delemnet?
14. Hvorfor bruker du digital teknologi i matematikkundervisningen?
15. Hvordan mener du bruk av digital teknologi i din undervisning kan være med på å påvirke elevenes læring i matematikk?
16. Er du som lærer med å påvirke hva skolen skal kjøpes inn av digital teknologi i matematikk?
 - a. Hvordan er du med å påvirke?
17. Hva hadde vært din "drøm" når det kommer til digital teknologi i matematikkundervisningen?
18. Er det andre elementer du vil nevne som vi ikke har snakket om?

Etter intervjuet:

Takk for at du stilte opp.

Vedlegg 8: Definisjonsskjema over hoved- og undertemaer

Hovedtema	<p>Lærerens tilegnelse av kunnskap; hvordan læreren har tilegnet seg den kunnskapen han/hun har i dag og hvordan de holder seg oppdatert.</p>	<p>Muligheter; lærerens oppfatning av hvilke muligheter den digitale teknologien kan gi i matematikkundervisningen.</p>	<p>Begrensninger; lærerens oppfatning av hvilke begrensninger den digitale teknologien kan ha for matematikkundervisningen.</p>
Undertema	<p>Tid; det tar lang tid å tilegne seg kunnskap om digital teknologi. Tidkrevende å sette seg inn i digitale programmer og verktøy.</p> <p>Selvlært; har tilegnet seg digital kunnskap gjennom å prøve og feile eller utforske på egenhånd. Egen interesse.</p> <p>Kurs; læreren har tilegnet seg kunnskap om digital teknologi via kurs.</p> <p>Lærer gjennom kollegaer; læreren har tilegnet seg kunnskap om digital teknologi ved å ha spurt andre lærere på skolen eller lærere som han/hun kjenner om hjelp og tips om digitale verktøy og programmer.</p> <p>Utdanning; læreren har tilegnet seg kunnskap om digital teknologi via utdanning.</p>	<p>Tid; teknologien kan gi muligheter til å spare tid på å f. eks tegne opp tegninger eller lage tilpasset oppgaver.</p> <p>Motivasjon hos elevene; teknologien kan gi muligheter for å motivere elevene. Det kan være bruk av iPad, spill eller et annet digitalt verktøy i matematikkundervisningen.</p> <p>Supplement; teknologien kan gi muligheter til å tilføre noe ekstra til undervisningen som før ikke var mulig. Eller at det bidrar til å forbedre undervisningen.</p> <p>Tilbakemelding; teknologien kan gi muligheter til å gi elevene tilbakemeldinger. Dette kan blant annet være at elevene får rask respons på arbeidet sitt, eller at elevenes arbeid lagres på plattformer hvor læreren kan gi tilbakemeldinger.</p> <p>Variasjon; teknologien kan gi muligheter til å variere matematikkundervisningen med blant annet visualisering, konkretisering og ulike oppgaver.</p> <p>Tilpasset opplæring; teknologien kan gi muligheter til å tilpasse matematikkundervisningen. Dette kan blant annet være differensierte oppgaver, visualisering eller konkretisering.</p> <p>Samlepunkt; teknologien kan gi muligheter til å skape et samlepunkt for blant annet klassediskusjon og aktive elever i matematikkundervisningen.</p> <p>Konkretisering og visualisering; Teknologien kan gi muligheter til å konkretisere og visualisere matematiske begreper.</p>	<p>Tid; teknologien kan ha begrensninger ved at det blant annet tar tid å finne oppgaver og opplegg med kvalitet.</p> <p>Motivasjon hos elevene; teknologien kan ha begrensninger når det kommer til motivasjon hos elevene. Ved blant annet ved for ensformig bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen.</p> <p>Supplement; teknologien kan ha begrensninger ved at den ikke alltid strekker til, men kan fungere som et supplement.</p> <p>Lærerens teknologiske kunnskap; lærerens teknologiske kunnskap kan ha en begrensning for bruk av digital teknologi i matematikkundervisningen.</p> <p>Tilgjengelighet; tilgjengeligheten av digital teknologi kan være en begrensning for matematikkundervisningen. Ved at de for eksempel ikke har tilgang til PC eller iPad.</p> <p>Teknologien svikter; teknologiske kan ha en begrensning om den svikter. Det kan være blant annet at de interaktive tavlene ikke er kalibrert eller at man har mistet internettilgang.</p>

Forklaring:

Oransje farge på cellene indikerer at undertemaene går under alle hovedtemaene.

Grønn farge på cellene indikerer at undertemaene går under hovedtemaene muligheter og begrensninger.